



*República de Cuba.
Ministerio de Educación Superior.
Instituto Superior Minero- Metalúrgico.
Dr. Antonio Núñez Jiménez.
Especialidad Metalurgia.*

Trabajo de Diploma

Título: Propuesta Didáctica Metodológica para la impartición de la estequiometría en la carrera de Ingeniería Metalúrgica.

Autora: Maricela Guilarte Mariño

*Tutoras: Lic. Tamara Azaharez Fernández
Dr. Mercedes Sosa Martínez*

*Moa 2008
Año 50 de la Revolución*



*República de Cuba.
Ministerio de Educación Superior.
Instituto Superior Minero- Metalúrgico.
Dr. Antonio Núñez Jiménez.
Especialidad Metalurgia.*

Trabajo de Diploma

*Título: Propuesta Didáctica Metodológica
para la impartición de la estequiometría en la
carrera de Ingeniería Metalúrgica.*

Firma

Maricela Guilarte Mariño

-

Lic. Tamara Azaharez Fernández

Dr. Mercedes Sosa Martínez

*Moa 2008
Año 50 de la Revolución*



DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo de diploma a las personas que más quiero en el mundo, mis padres, Rafael Guilarte González y Vilma Mariño Suárez.

Igualmente dedico este éxito, a mi familia en especial a mi abuelo Bernardo, a mis tías, tíos y primos que con su sostén favorecieron a que culminara con éxito la carrera.

A mi novio Luis Ledesma Peña y su familia por apoyarme siempre que los necesite.

A todos mis compañeros del aula y a mis amigos de siempre: Nieves, Layra, Yanet, Yulia Nela, Yendry, Alexander y Henry.

A una persona que deseó este triunfo para mí y que no lo pudo ver realizado Norma Aenlle Mongeote.

A todas aquellas personas que pusieron su granito de arena en esta investigación y sin los cuales hubiera sido imposible su realización.

Brindo este triunfo a esta Revolución que tanto esfuerzo dedica para elevar el nivel educacional y con ello a nuestro líder Fidel Castro Ruz que gracias a él hoy podemos hacer realidad nuestros sueños.



AGRADECIMIENTO

Es mi deseo dejar plasmada mi gratitud hacia la Revolución que de una forma u otra me permitió realizar mi sueño de ser un profesional competente.

A mis padres:

Por ser mis protectores y por su prudencia al encaminarme para continuar por la vía correcta.

A mis familiares:

Por formar parte de mi vida y apoyarme cada día en todo lo necesitado, así como guiarme por los buenos caminos.

A mis amigos:

Esos que demostraron ser amigos en las buenas y en las malas. En especial a: Nieves, Layra, Luis, Yendry, Henry y Alexander que siempre estuvieron allí cuando los necesite.

A mis vecinos:

Aquellos que se preocuparon por mí durante mi vida como universitaria. En especial a: Sonia Loureiro, José A. Gómez y Caridad Santiesteban

A: Tamara Azaharez Fernández por apoyarme en todo momento para que esta tesis se terminara en tiempo y forma.

A los profesores:

Por apoyarme durante toda la carrera y brindarme sus conocimientos para formarme como un buen profesional.

A todos gracias, muchas gracias



PENSAMIENTO

"Educar es depositar en cada hombre toda la obra humana que le ha antecedido: es hacer a cada hombre resumen del mundo viviente, hasta el día en que vive; es ponerlo al nivel de su tiempo para que flote sobre él, y no dejarlo debajo de su tiempo con lo que no podrá salir a flote; es preparar al hombre para la vida."

José Martí Pérez



ÍNDICE

Introducción	1
Capítulo I: Fundamentos teóricos sobre el desarrollo de habilidades y el cálculo estequiométrico	7
1.1 Las Habilidades.....	7
1.1.1 Clasificación de las habilidades.....	9
1.2 La estequiometría.....	12
1.3 La habilidad de los cálculos estequiométricos.....	15
1.4 Caracterización de las asignaturas Química I y Química II relacionada con la habilidad.....	16
1.5 Comparación de la habilidad en las universidades del mundo y en la carrera de Ingeniería Metalúrgica y Materiales.....	17
1.6 Relación de la habilidad con otras asignaturas y disciplina de la carrera desde 1 ^{er} hasta 3 ^{er} año.....	18
Capítulo II Propuesta de la estrategia didáctica metodológica para la impartición de la estequiometría en la carrera de ingeniería metalúrgica	20
2.1 Acercamiento al problema investigado.....	20
2.2 Estrategia didáctica.....	22
2.3 Elaboración de una estrategia didáctica para el desarrollo de habilidades en la resolución de ejercicios de cálculos estequiométricos.....	24
2.3.1 Etapas de la estrategia didáctica.....	26
2.3.2 Ventajas de la estrategia.....	32
2.4 Algunas de las estrategias didácticas que el docente puede emplear con la intención de facilitar el aprendizaje.....	32
Capítulo III Metodología para la implementación práctica de la estrategia didáctica en la solución de ejercicios relacionados con los cálculos estequiométricos	35
3.1 Habilidades adquiridas por los estudiantes con el ejercicio integrador.....	35
3.2 Metodología de cálculo a utilizar por los estudiantes.....	36
3.2.1 Pasos a seguir en la metodología de cálculo para estudiantes de 1 ^{er} año...	39
3.2.2 Pasos a seguir en la metodología de cálculo para estudiantes de 2 ^{do} año...	47
3.2.3 Guía metodología general para la elaboración del ejercicio y validación del problema.....	52
Conclusiones	53
Recomendaciones	54
Bibliografía	55
Anexos	59



RESUMEN

Ante los retos y desafíos que enfrentan actualmente las universidades es necesaria la formación de profesionales que sean capaces de dar solución a problemas que se les presenten en los distintos ámbitos de la actividad humana, de forma constructiva, impregnada de los más altos valores y principios de nuestra revolución socialista con una auténtica vocación hacia su profesión.

Sólo de esta forma la educación contribuirá al progreso social, teniendo en cuenta que el trabajador es su actor principal, pero para ello hay que formarlo como un trabajador de nuestros tiempos, que adquiera las habilidades prácticas necesarias para que muestre un adecuado desempeño profesional, pero que adquiera además la capacidad de pensar según los requerimientos de esta sociedad y la de sentir como cubano.

El presente trabajo contiene una estrategia didáctica dirigida a favorecer el desarrollo de las habilidades en la resolución de ejercicios de cálculos estequiométricos por los estudiantes de la carrera de Ingeniería Metalúrgica comenzándose a impartir por las asignaturas Química I y II, para favorecer la formación académica, laboral e investigativa desde el punto de vista práctico de los estudiantes, que faciliten dicha formación. El conjunto de acciones previstas en la estrategia propicia que los alumnos participen en algunas fases de ella, ya sea de forma parcial o total.

Finalmente se propone una metodología para la implementación práctica de la estrategia didáctica en la solución de ejercicios relacionados con los cálculos estequiométricos, siguiendo las acciones que se indican en cada etapa y fase de la estrategia.



ABSTRACT

To overcome the challenges that are currently being faced by the universities necessary it is the formation of professionals who are able to solve to problems that they encounter in the different spheres of the human activity, and in a constructive way which is, impregnated of the most valuable values and principles of our socialist revolution with an authentic vocation towards their profession.

This is the only way that education will be contributing to the growing development of society, considering that the worker is the man contributor flowever it is necessary to form a worker to meet our present time conditions, who acquires the practical abilities required so that he shows a suitable professional performance, but additionally acquiring the capacity to think according to the requirements of this society and feeling himself as Cuban.

The present work includes a didactic strategy geared to favouring the development of the abilities in the resolution of exercises of stoichiometric calculations by the students of the Metallurgical Engineering career taught lectured by Chemical I and II, to favour the academic, labour and research formation from the practical point of view of the students, that they facilitate this formation. The set of actions anticipated in the propitious strategy that the students participate in some phases of her, or of partial or totally.

Finally a methodology for the practical implementation of the didactic strategy in the solution of exercises related to the stoichiometric calculations sets out, following the actions that indicate in each stage and phase of the strategy.



INTRODUCCIÓN

En el III Congreso del PCC (1985) el Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz hizo un análisis crítico de la estructura de especialidades y especializaciones existentes en el país y explicó la necesidad de la formación de graduados universitarios de perfil amplio, expresando que fue un error el exceso de perfiles en determinadas carreras universitarias y que quería defender la idea de la necesidad, como criterio priorizado de profesionales con una preparación básica y amplia, así como que existiese después un sistema de desarrollo ulterior para la especialización, es por ello que la Educación Superior Cubana, ha mantenido como una de sus principales tareas, el perfeccionamiento continuo de los planes y programas de estudio, con un modelo del profesional que se caracteriza por la formación de perfil amplio, capacidad para dar respuesta a los problemas presentes y futuros en su esfera de actuación así como el desarrollo de habilidades profesionales para asimilar competentemente el proceso de cambio.

A lo largo de la historia, en Cuba y en particular el Instituto Superior Minero Metalúrgico, se han encaminados los esfuerzos para mejorar la calidad en la formación de profesionales metalúrgicos, lo que significa conferir su retribución a las necesidades de la sociedad, su relación con el sector productivo, así como, su contribución a un desarrollo sostenible.

Todas estas transformaciones, persiguen elevar la calidad del proceso docente educativo y exigen mejor preparación del personal docente y la utilización de métodos que permitan preparar al estudiante para asimilar las nuevas tecnologías, ser un trabajador competente y una orientación de educación económica que permita enfrentar la competitividad en el mercado de trabajo.



Un criterio importante a tener en cuenta para garantizar la eficiencia educativa es lograr la calidad en todas las acciones formativas, atendiendo las exigencias que demandan las empresas, las entidades de los servicios y las necesidades educativas de los estudiantes.

El profesor que dirige el proceso de formación del futuro profesional tiene una gran responsabilidad y su preparación debe ser óptima, para garantizar un trabajo educativo acorde con las necesidades actuales.

Un rol importante en esta formación del profesional lo juegan las habilidades, en diversas investigaciones pedagógicas se aborda el problema de la formación y desarrollo de las mismas en calidad de componentes esenciales del contenido de enseñanza. En ellas se investiga sobre las estrategias más eficientes para formarlas y sobre cuándo considerar que las habilidades están formadas en el nivel que se desea. Estas son las cuestiones científicas que más se debaten con relación a los modelos pedagógicos orientados a su formación y desarrollo, de los hábitos y las capacidades. La asimilación de habilidades está acompañada de procesos cognoscitivos. Este proceso exige la atención voluntaria y consciente, la asimilación real del sistema de acciones que la conforman, así como del conocimiento al cual está asociada, además su formación y desarrollo exige de los estudiantes comprender el significado y el valor de estas habilidades y hábitos para el propio proceso del conocer.

En el proceso docente educativo es en sí donde mejor se logra la adquisición de convicciones, hábitos y habilidades que perduran en la personalidad de los educandos, (Álvarez, 1995).

Durante varios años los diferentes enfoques en la psicología han considerado que las habilidades constituyen elementos psicológicos estructurales de la personalidad, vinculados a su función reguladora-ejecutora, que se forman, desarrollan y manifiestan en la actividad, asumiendo así, que la teoría de la actividad es el fundamento ineludible para un adecuado enfoque del problema.



Muchos son los trabajos que se han realizados sobre el desarrollo de habilidades y sobre la implementación de estrategias didácticas que potencien las mismas para lograr la independencia y creatividad de los estudiantes en la resolución de problemas de su especialidad, aportando elementos valiosos como: Mesa (1996),

Álamo (1997), Fuentes (1997) Ramos (1997) Mestre (2001) Fernández. (2002) Quintela (2005), Gamboa (2008), Mola (2003), A pesar de sus aportes, desde el punto de vista teórico – práctico, las dificultades que hoy se observan demandan continuar investigando el problema de la formación de las habilidades y la independencia creativa de los estudiantes, así como la implementación de estrategias didácticas que contribuyan a la mejor adquisición de las mismas por parte del futuro profesional.

Dentro del conjunto de habilidades que debe desarrollar el Ingeniero Metalúrgico en su preparación, se encuentran:

1. Ejecutar cálculos de los balances de materia y energía de los procesos unitarios y tecnologías de la metalurgia, los materiales y su reciclaje para la ingeniería básica, la contabilidad metalúrgica y la eficiencia energética.
2. Ejecutar cálculos, con dominio de la conversión y el análisis de unidades para el control del resultado, basado en la aplicación de las instrucciones normalizativas cubanas para la introducción del Sistema Internacional (SI) de unidades.
3. Emplear la metodología de integración de conocimientos para solucionar problemas de la profesión en las principales disciplinas de la carrera, con la finalidad de realizar con creatividad la ingeniería básica de las instalaciones de los procesos unitarios, de las diversas tecnologías y del reciclaje de metales y materiales.



4. Seleccionar métodos, técnicas y herramientas que se emplean en la caracterización física, química y mecánica de las materias primas, semi-productos y productos finales de la industria metalúrgica, de materiales y su reciclaje para diagnosticar sus procesos unitarios y tecnologías al realizar el trabajo de la profesión en los campos de acción.

5. Exponer y defender los resultados de las evaluaciones sistemáticas, parciales y finales de las principales disciplinas de la carrera, así como hacerlo en eventos científicos, logrando una correcta comunicación con el auditorio, el tribunal o el (los) profesor(es); y una buena capacidad de respuesta al cuestionamiento con un elevado nivel profesional que compita internacionalmente.

Pero la práctica demuestra que aún existen deficiencias en la adquisición de las mismas, y está en gran medida en lo que debe aportar la Química como Disciplina científica (Aplicación en la solución de problemas de la especialidad) y como disciplina formativa del pensamiento lógico, por lo que la investigación se centra en los cálculos estequiométricos, en las asignaturas de Química I y Química II, donde se introduce el tema de Estequiometría en la carrera de Metalurgia y Materiales.

Se realizaron entrevistas y encuestas a especialistas y estudiantes de 1^{er} y 2^{do} año de la carrera de Metalurgia, para determinar en los primeros cómo tratar el tema y en los segundos los problemas que presentan en dicha habilidad, además de realizar un diagnóstico a dichos estudiantes relacionado con el conocimiento precedente que sobre el estado de la habilidad y el dominio de los elementos más generales del sistema de conocimientos previos referentes a los cálculos estequiométricos poseían y se pudo constatar las siguientes insuficiencias:

- Insuficiente dominio de las leyes de la Estequiometría.
- Deficiencias en el completamiento y ajuste de reacciones químicas.



- Falta de habilidad para realizar los cálculos estequiométricos.
- Deficiencias en el sistema internacional de unidades.

A partir de los resultados obtenidos y tomando como base preceptos teóricos de la didáctica y la psicología del aprendizaje, así como lo expresado hasta aquí permitió identificar como **problema de investigación** el siguiente:

Insuficiencias en el dominio de las habilidades en el cálculo estequiométrico en los estudiantes que ingresan en la carrera de Ingeniería Metalúrgica limita la formación de un ingeniero de perfil amplio.

Hipótesis: Si se elabora una estrategia didáctica apoyada en aspectos psicopedagógicos del aprendizaje y la sistematización de la habilidad del cálculo estequiométrico en las asignaturas de la Disciplina Química en la carrera de Ingeniería Metalúrgica, favorecerá el desarrollo de las mismas en la Disciplina y en otras de la carrera Ingeniería Metalúrgica y Materiales.

Objeto de estudio: Proceso de desarrollo de las habilidades en las asignaturas de la Disciplina Química Física de la carrera de Ingeniería Metalúrgica y Materiales.

Campo de acción: La formación de la habilidad de cálculo estequiométrico en la Disciplina Química en la carrera de Ingeniería Metalúrgica y Materiales.

Objetivo General: Elaborar una estrategia didáctica metodológica para el desarrollo de habilidades en el cálculo estequiométrico en la carrera de Ingeniería Metalúrgica.

Para alcanzar el cumplimiento del objetivo planteado anteriormente, se trazan las siguientes **tareas de trabajo:**

- Determinar los fundamentos teóricos del desarrollo de las habilidades.



- Diagnóstico de la habilidad del cálculo estequiométrico a través del método de encuesta.

- Elaboración de una estrategia didáctica para el desarrollo de habilidades en la resolución de ejercicios de cálculos estequiométricos.

- Elaboración de la metodología para la implementación práctica de la estrategia didáctica en la solución de ejercicios relacionados con los cálculos estequiométricos.

Para el desarrollo de las tareas se emplearon los siguientes **métodos de investigación**:

Métodos teóricos:

- ✓ **Histórico Lógico:** para el análisis de la evolución, caracterización y determinación de las habilidades de los cálculos estequiométricos en las asignaturas Química I y Química II de la Disciplina Química Física en la carrera de Ingeniería Metalúrgica y Materiales.
- ✓ **Análisis y críticas de las fuentes:** para el procesamiento de la información, tanto desde el punto de vista teórico como empírico que permita la caracterización de las habilidades de los cálculos estequiométricos en las asignaturas Química I y Química II de la Disciplina Química Física en la carrera de Ingeniería Metalúrgica y Materiales, así como la determinación de los fundamentos teóricos sobre los cuales se base la estrategia didáctica para el perfeccionamiento de las habilidades en los cálculos estequiométricos.
- ✓ **Enfoque sistémico:** se utilizó en la concepción y concreción de la estrategia didáctica para el perfeccionamiento de las habilidades en los cálculos estequiométricos de las asignaturas Química I y Química II de la Disciplina Química Física en la carrera de Ingeniería Metalúrgica y Materiales en el ISMM.



Métodos Empíricos:

- ✓ **La observación participativa:** se utilizó con el objetivo de diagnosticar el estado actual de las habilidades en los cálculos estequiométricos en las asignaturas Química I y Química II de la Disciplina Química Física en la carrera de Ingeniería Metalúrgica y Materiales en el ISMM y las dificultades que se presentan para la formación integral del ingeniero de un perfil amplio.
- ✓ **Encuesta** a estudiantes y a profesores con el objetivo de evaluar las problemáticas que se dan relacionada con las habilidades en los cálculos estequiométricos en las asignaturas Química I y Química II de la Disciplina Química Física en la carrera de Ingeniería Metalúrgica y Materiales en el ISMM.



CAPÍTULO I

FUNDAMENTOS TEÓRICOS SOBRE EL DESARROLLO DE HABILIDADES Y EL CÁLCULO ESTEQUIOMÉTRICO.

Para la realización de este capítulo previamente se da a conocer las definiciones de habilidad aportadas por varios autores así como su clasificación. También para una mejor comprensión, se plantea que es la estequiometría y sus leyes comparando la misma como se imparte en otras universidades del mundo y su relación con las otras asignaturas y Disciplina de la carrera de Ingeniería Metalúrgica con vista al plan D. Además se caracteriza las asignaturas de Química I y II en las cuales los estudiantes comienzan a familiarizarse con los cálculos estequiométricos, es en estas asignaturas donde se inicia el estudio del tema.

1.1 Las Habilidades

Como expresión del contenido en el proceso de formación de los profesionales, se aborda el estudio de las habilidades. Relacionado con el fenómeno de las habilidades en la literatura existe una amplia gama de teorías, independientemente de la orientación filosófica que exista donde las habilidades son el contenido de aquellas acciones dominadas por el hombre, estructuradas en operaciones ordenadas y orientadas a la consecución de un objetivo, que le permiten a éste interactuar con objetos determinados de la realidad y con otros sujetos, que según Leóntiev (1981), **constituyen un producto del aprendizaje con características específicas y una manera de regular la actividad del sujeto.**

Para los psicólogos, como Petrovsky (1980), se define la habilidad como **"el dominio de un complejo sistema de acciones psíquicas y prácticas**



necesarias para una regulación racional de la actividad, con ayuda de conocimientos y hábitos que la persona posee".

Desde una consideración didáctica la habilidad **es la expresión del modo de interacción del sujeto con los objetos o sujetos en la actividad y la comunicación, es el contenido de las acciones que el sujeto realiza, integrado por un conjunto de operaciones, que tienen un objetivo y que se asimilan en el propio proceso.** (Fuentes 1989)

En esta definición quedan delimitados los componentes ejecutores e inductores de la habilidad que son: el sujeto que interacciona desarrollando la habilidad, el objeto (o sujeto) sobre el que se actúa, el objetivo con que se actúa y un sistema de operaciones, los cuales constituyen su estructura.

De todas las definiciones analizadas se infiere que la habilidad se identifica, en el plano psicológico, **con las acciones que deben ser dominadas en el proceso de aprendizaje, y que las habilidades constituyen las acciones apropiadas por el sujeto.** Estas acciones al ser llevadas al proceso de formación de los profesionales, son modeladas en el propio proceso y se convierten conjuntamente con los conocimientos y los valores en el contenido del mismo.

Según Álvarez (1996), "Las habilidades, **formando parte del contenido de una disciplina, caracterizan, en el plano didáctico, a las acciones que el estudiante realiza al interactuar con el objeto de estudio con el fin de transformarlo, de humanizarlo.**"

Como expone Fuentes (2000) en su libro los estudiantes deben alcanzar las destrezas y conocimientos, esto es, el nivel de asimilación con que él se apropia del contenido y lo profundiza, así como aspectos tales como la sistematicidad, el alcance y la temporalidad.



El aprendizaje es un proceso en el que el estudiante se apropia de parte de la realidad objetiva seleccionada de acuerdo con criterios sociales y preparados de un modo determinado; es un proceso de sistematización de la nueva experiencia con las que anteriormente poseía. El reflejo subjetivo de esa realidad objetiva en forma de criterios, conceptos, propiedades, magnitudes, relaciones, leyes, teorías, métodos, técnicas y opiniones, reciben el nombre de conocimientos.

Cada objetivo instructivo tiene que dejar explícito el nivel de asimilación de los contenidos que se pretende lograr, es decir, el grado de dominio, entendiéndose por dominio la apropiación del conocimiento y de las habilidades vinculadas a dicho conocimiento, en determinadas condiciones.

Los niveles de asimilación son cuatro: familiarización, reproducción, producción y creación.

- I. En el primer nivel o de familiarización, se pretende que los estudiantes reconozcan los conocimientos o habilidades presentadas a ellos, aunque no los puedan reproducir.
- II. El segundo nivel o reproductivo, implica la repetición del conocimiento asimilado o de la habilidad. Cuando el estudiante repite prácticamente lo dicho o lo hecho por el docente, se dice que ha asimilado a un nivel reproductivo
- III. En el tercer nivel o productivo, los estudiantes son capaces de utilizar los conocimientos o habilidades en situaciones nuevas. En este caso, el estudiante dispone de los contenidos que son necesarios para la solución del problema planteado aunque no conozca el problema y su solución.
- IV. El cuarto nivel o de creación, se refiere a la creación propiamente dicha y supone la capacidad de resolver situaciones nuevas para lo que no son suficientes los conocimientos adquiridos.



Los niveles de asimilación deben ser interpretados como diferentes estadios cualitativos de un proceso único: la asimilación. Como consecuencia de esta caracterización, al formularse los objetivos se debe dejar claro no sólo qué conocimiento debe asimilar, sino qué acciones se van a ejecutar con dicho conocimiento, es decir, qué nivel de asimilación le corresponde.

1.1.1 Clasificación de las habilidades

La clasificación de las habilidades responde a los diversos criterios asumidos por distintos autores, dependiendo de sus concepciones sobre las habilidades, se asume una clasificación de las habilidades considerándolas como parte del contenido de una disciplina y que caracterizan en el plano didáctico las acciones que el estudiante realiza al interactuar con el objeto de estudio o de trabajo, (Fuentes 2000). Desde este punto de vista, las habilidades se clasifican en:

Habilidades específicas (vinculadas a una rama de la cultura o profesión).

Constituyen el tipo de habilidad que el sujeto desarrolla en su interacción con un objeto de estudio o trabajo concreto y que, en el proceso de enseñanza aprendizaje, una vez que son suficientemente sistematizadas y generalizadas, se concretan en métodos propios de los diferentes objetos de la cultura que se configuran como contenido.

Habilidades lógicas. Son las que le permiten al hombre asimilar, comprender, construir el conocimiento. Guardan una estrecha relación con los procesos fundamentales del pensamiento, tales como el análisis síntesis, abstracción concreción y generalización. Se desarrollan a través de las habilidades específicas. Están en la base del desarrollo del resto de las habilidades y en general de toda actividad cognoscitiva del hombre.

Habilidades del procesamiento de la información y la comunicación. Son las que le permiten al hombre procesar la información, y se incluyen aquellas que permiten obtener la información y reelaborar la información. Aquí incluimos



aquellas habilidades propias del proceso docente como tomar notas, hacer resúmenes, así como exponer los conocimientos tanto de forma escrita como oral.

Entre estos grupos de habilidades existen nexos, pues las unas se condicionan a las otras, formando parte de un gran sistema en el que las habilidades lógicas sirven de soporte.

No obstante la clasificación de carácter general que hemos realizado, en el contexto de la didáctica de la educación superior se precisa un tipo específico de habilidad que se forma en dicho contexto y que forma la base de la actuación del profesional, estamos hablando de las habilidades profesionales.

Las **habilidades profesionales** constituyen el contenido de aquellas acciones del sujeto orientadas a la transformación del objeto de la profesión. (H. Fuentes 1997).

Es el tipo de habilidad que a lo largo del proceso de formación del profesional deberá sistematizarse hasta convertirse en una habilidad con un grado de generalidad tal que le permita aplicar los conocimientos, actuar y transformar su objeto de trabajo, y por lo tanto resolver los problemas más generales y frecuentes que se presenten en las diferentes esferas de actuación, esto es, los problemas profesionales. Constituyen, por consiguiente, la esencia de la actuación del profesional y punto de partida del modelo del profesional; descansan sobre la base de conocimientos teóricos y prácticos adquiridos por el sujeto y en el resto de las habilidades antes mencionadas.

Estas habilidades son aportadas fundamentalmente por disciplinas y asignaturas del ejercicio de la profesión, las que al ser sistematizadas y generalizadas a lo largo de la carrera, se integran en lo que en nuestra concepción didáctica se denomina Invariantes de Habilidad Profesional.



Por ejemplo: Para un ingeniero, diagnosticar un problema técnico. Para un profesor, guiar el proceso de formación de los profesionales, entre otras.

Todas estas habilidades, que también pueden ser comprendidas como habilidades específicas, son aportadas directamente por áreas o asignaturas propias del ejercicio de la profesión. Las mismas, al ser sistematizadas, es decir, generalizadas a lo largo de toda la carrera, le posibilitarán al futuro profesional interactuar y transformar su objeto de trabajo a través de la aplicación de conocimientos y habilidades a un nivel profesional.

Estas habilidades de alto grado de generalización denominadas, según nuestra concepción didáctica, invariantes de habilidad profesional (H. Fuentes 1989b), resultan estar estructuradas en habilidades generalizadas, las cuales pueden ser aportadas por las diferentes áreas y asignaturas del plan de estudio. Así, cada asignatura del plan de estudio de la carrera universitaria, si está consecuentemente diseñada de acuerdo con esta concepción, de alguna manera tributa a la formación de habilidades profesionales. De modo que en nuestro subsistema educacional, al hablar de formar habilidades, estamos hablando en general de formar habilidades profesionales.

En el caso de asignaturas básicas o básicas específicas, si bien no puede decirse que aportan habilidades propiamente profesionales por cuanto su objeto de estudio no es un objeto de la profesión, el proceso de formación de los profesionales de las mismas debe planificarse y organizarse de tal manera que el estudiante reproduzca o modele, actuando ante los objetos concretos de la asignatura, con la lógica con que actúa el profesional; o bien, aportando habilidades que, aunque específicas de la ciencia, tributen a la formación de invariantes de habilidad o a sus habilidades generalizadas.



Sin embargo, salvando las particularidades de los distintos modos de actuación profesional, existen habilidades comunes de obligada formación en todo profesional, relacionadas con:

- La utilización de las técnicas de la información.
- El empleo de los métodos de la investigación científica.
- Las relaciones con el contexto social.
- La gestión de recursos humanos
- La gestión de recursos materiales y financieros.

Por todo lo anterior, el problema del dominio de las habilidades y de los conocimientos asociados a éstas, supone la responsabilidad de concebir y ejecutar un proceso, que en su dinámica garantice su sistematización, tomando en consideración la frecuencia, periodicidad, complejidad y flexibilidad de la ejecución, y a la vez haciendo más consciente el proceso de su formación.

1.2 La estequiometría

La habilidad de cálculos estequiométricos son aportados fundamentalmente por Disciplinas y asignaturas, los que al ser sistematizados y generalizados a lo largo de la carrera, se integran, por lo que nos planteamos a definir: **¿Qué es estequiometría?**

El primero que enunció los principios de la estequiometría fue [Jeremías Benjamin Richter](#), en [1792](#). Escribió: **La estequiometría es la ciencia que mide las proporciones cuantitativas o relaciones de masa en la que los elementos químicos están implicados**. Utilizó esa palabra para expresar las relaciones de magnitud según las cuales deben combinarse los cuerpos ya que "Dios ha ordenado todo según número, peso y medida". Una de sus aportaciones fue el concepto de "peso equivalente" que utilizó en el estudio de las reacciones de neutralización de ácidos y bases. <http://www.Monografias.com>

Hoy día se considera la estequiometría como **las relaciones entre la cantidad de átomos en cada compuesto, así como el ajuste de las ecuaciones (tanto**



en materia como en carga eléctrica). Además se hace referencia al número relativo de [átomos](#) de varios elementos encontrados en una sustancia [química](#) y a menudo resulta útil en la calificación de una reacción [química](#), en otras palabras se puede definir como: **la parte de la Química que trata sobre las relaciones cuantitativas entre los elementos y los compuestos en reacciones químicas.**

<http://es.wikipedia.org/wiki/Estequiometr%C3%ADa>

En [química](#), la **estequiometría** (del [griego](#) "στοιχειον" = stoicheion (elemento) y "μετρον"=*métron*, (medida)) **es el cálculo de las relaciones cuantitativas entre reactivos y productos en el transcurso de una reacción química.** Estas relaciones se pueden deducir a partir de la teoría atómica aunque históricamente fueron enunciadas sin hacer referencia a la composición de la materia según distintas [leyes y principios](#), son las [leyes](#) usadas en la [estequiometría](#), de manera que ayuda a comprender mejor la misma y [poder](#) realizar los cálculos y estas son:

1. **Ley de la conservación de la masa**

Esta importante [ley](#) se enuncia del modo siguiente: en una reacción química, la suma de las masas de las sustancias reaccionantes es igual a la suma de las masas de los productos de la reacción (la [materia](#) ni se crea ni se destruye solo se transforma).

Anteriormente se creía que la materia era destructible y se aducía como ejemplo: la [combustión](#) de un trozo de carbón que, después de arder, quedaba reducido a cenizas, con un peso muy inferior, sin embargo, el uso de la balanza permitió al científico gallo comprobar que si se recuperaban los [gases](#) originados en la [combustión](#), el [sistema](#) pesaba igual antes que después de la experiencia, por lo que dedujo que la materia era indestructible.

2. **Ley de las proporciones constantes**



En 1808, tras ocho años de las [investigaciones](#), J.I. Proust llegó a la conclusión de que para formar un determinado compuesto, dos o más elementos químicos se unen y siempre en la misma proporción ponderal.

Una aplicación de la ley es la obtención de la denominada composición centesimal de un compuesto, esto es, el porcentaje ponderal que representa cada elemento dentro de la molécula.

3. Ley de las proporciones múltiples

Puede ocurrir que dos elementos se combinen entre sí para dar lugar a varios compuestos (en vez de uno solo, caso que contempla la ley de Proust). Dalton en 1808 concluyó que: los pesos de uno de los elementos combinados con un mismo peso del otro guardaran entre sí una relación, expresables generalmente por medio de números enteros sencillos.

4. Ley de las proporciones equivalentes o recíprocas (Richter 1792).

Los pesos de los elementos diferentes que se combinan con un mismo peso de un elemento dado, son los pesos relativos a aquellos elementos cuando se combinan entre sí, o bien múltiplos o submúltiplos de estos pesos.
http://es.wikipedia.org/wiki/Leyes_estequiom%C3%A9tricas

1.3 La habilidad de los cálculos estequiométricos.

En la carrera de Ingeniería Metalúrgica una de las habilidades esenciales está dada por la aplicación de los cálculos estequiométricos, por lo que se hace necesario un análisis en la carrera, principalmente en el primer año, en las asignaturas Química I y Química II en la Disciplina Química Física, en el tema de Estequiometría en la formación del Ingeniero Metalúrgico y Materiales los cuales remiten singular importancia al desarrollo de habilidades en los mismos y en la integración con las demás Disciplinas de la carrera.



Al tratar la habilidad en primer año se les plantea un problema práctico al estudiante vinculado a su especialidad, donde se le ofrecen datos referidos con la composición de la materia prima a utilizar en un proceso metalúrgico, como el contenido del metal, su coeficiente de transformación, masa del mineral, a partir de los mismos el estudiante debe realizar unas series de cálculos vinculándolos con las leyes de la estequiometría, el completamiento y ajuste de reacciones químicas y se establecen las relaciones teóricas y prácticas atendiendo a las cantidades de sustancias, masa y masa molares involucradas en el proceso de cada reaccionantes y productos de la reacción, a partir de los conocimientos previos que poseen los estudiantes sobre caracterización de las sustancias que intervienen, así como su estructuras, tipos de enlace, propiedades, etc, son de vital importancia para la realización del ejercicio.

A partir de los resultados obtenidos llegan a determinar lo que se llama el balance material y de energía, teniendo en cuenta también los aspectos termodinámicos y cinéticos que tienen lugar en el proceso, este balance de materiales se establece a partir de las sustancias que entran al proceso y las que se obtienen como producto de la reacción, además se puede establecer la composición racional referida a los contenidos de los elementos y especies químicas que constituyen la sustancia en cuestión involucradas, para determinar el porcentaje total de cada una de ellas.

Aunque estos ejercicios están vinculados con la práctica no resultan totalmente abarcadores ni integradores con respecto a las demás asignaturas de la Disciplina y la carrera, la forma de plantear el ejercicio, no permite que el estudiante logre vincular el mismo con las tareas profesionales planteadas en otras asignaturas de la especialidad a través de los proyectos de cursos, tareas extraclases, talleres, etc. que están estrechamente relacionado con los conocimientos que aporta la habilidad, atendiendo a estos aspectos se hace necesario buscar vías de soluciones mediante estrategias didácticas llevada a la práctica mediante la elaboración de una metodología.



1.4 Caracterización de las asignaturas Química I y Química II relacionada con la habilidad.

Se establece una caracterización de la habilidad en estas materias porque como asignaturas básicas de la carrera de Ingeniería Metalurgia y Materiales, como anteriormente se hace referencia, es donde inicialmente los estudiantes reciben los contenidos de los cálculos estequiométricos y además donde se adquieren los primeros conocimientos y los integran con las restantes asignaturas de la Disciplina y otras asignaturas y Disciplinas de la carrera.

Sobre el estado actual de la habilidad, en la caracterización realizada a las asignaturas de primer año en el Plan C, se refleja que se dedica muy pocas horas del fondo de tiempo al tratamiento de la habilidad, por lo que se deben incrementar más las clases prácticas, trabajos extraclases y sistematizar la habilidad del cálculo en cada tema que así lo requiera, esto se evidencia en los anexo 1, 2 y 3, que se refieren al P1 de la asignatura Química I y II y a las características generales de la asignatura Química I y II en el plan de estudio C perfeccionado.

1.5 Comparación de la habilidad en las universidades del mundo y en la carrera de Ingeniería Metalúrgica y Materiales.

Se desarrolló una búsqueda en Internet donde se seleccionaron algunas universidades, en diferentes países y continentes con prestigio y tradición Minero- Metalúrgica y Materiales las cuales se relacionan en la Tabla 1.1 donde se efectuó una caracterización general de las asignatura Química I y II y de la habilidad de cálculo estequiométricos, ver anexos 4 y 5 además se investigó en la página Web de cada una de estas universidades, los cuales se relacionan en la bibliografía, desde la bibliografía 9 hasta la 13.

Tabla 1.1 Universidades seleccionadas.



Indicadores	Universidad de Laval	Universidad Nacional Autónoma de México	Universidad Central de Venezuela	Universidad Complutense de Madrid	Universidad de Murdoch
Carrera de ingeniería	Materiales	Ingeniería Metalúrgica	Ingeniería Metalúrgica	Ciencia de los materiales e ingeniería metalúrgica	Metalurgia extractiva
					Metalurgia extractiva y Química
País donde se estudia	Canadá	México	Venezuela	España	Australia
Continente	América del Norte	América Centra	América del Sur	Europa	Australia

En el análisis realizado en estas universidades se muestra que los estudiantes reciben las asignaturas Química I y II, impartidas en forma de conferencias, clases prácticas y laboratorios y las mismas se imparten en los primeros años y semestres de la carrera, donde se trata la habilidad del cálculo estequiométrico, estas asignaturas son básicas y sus contenidos son de carácter obligatorio (semejanzas) pero en cuanto al cálculo estequiométrico, lo tratan en las asignaturas en resolución de ejercicios que tributan a la misma, pero no se ve la integración de los mismos con otras asignaturas de forma integradora para la resolución de un problema de la especialidad, a diferencia de la carrera de Metalurgia y Materiales donde se realizan proyectos integradores que contienen dicha habilidad, aunque como hemos planteado se presentan insuficiencias las cuales nos lleva a realizar esta investigación a partir de encuestas realizadas a estudiantes y profesores.

1.6 Relación de la habilidad con otras asignaturas y disciplina de la carrera desde 1^{er} hasta 3^{er} año.

En la figura 2.2 se observa la relación de la habilidad con las asignaturas y Disciplinas de primer año planteadas en el plan de estudio D donde se observa



las estrechas correspondencias entre ambas para un superior auto-aprendizaje del alumno.

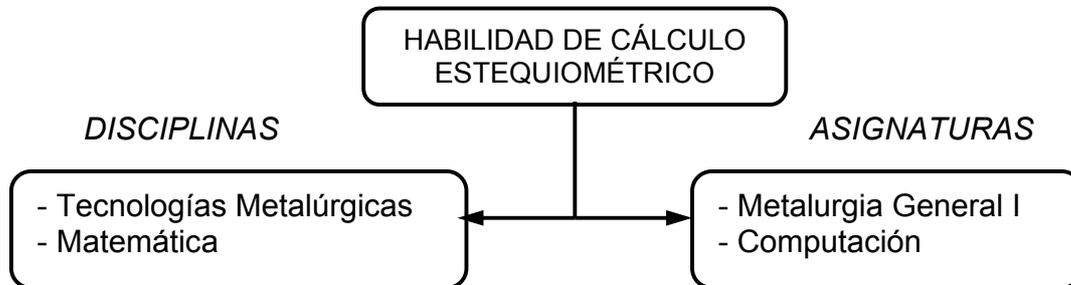


Figura 2.2

En la figura 2.3 se observa la relación entre la habilidad las asignaturas y Disciplinas del segundo año planteadas en el plan de estudio D donde se presta atención a la interrelación de ellas, para un buen aprovechamiento del alumno.

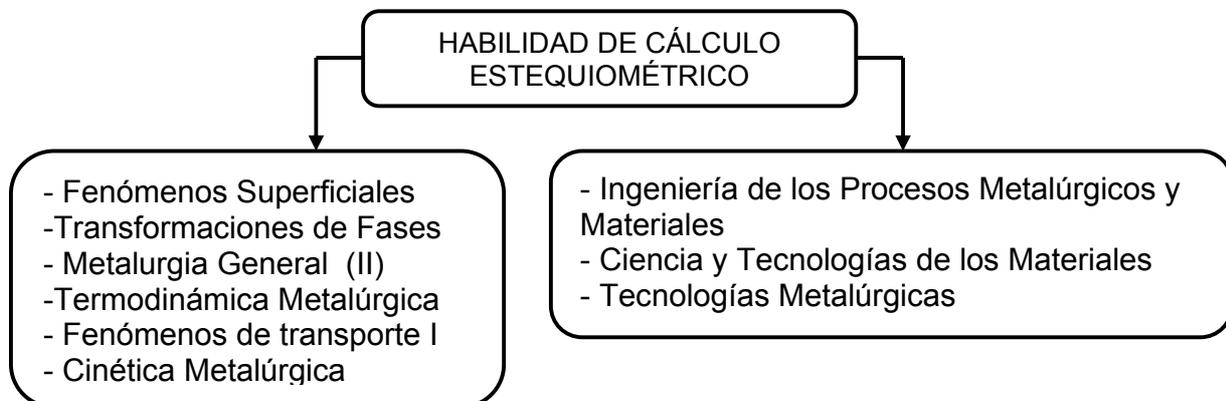


Figura 2.3

En la figura 2.4 se observa la relación entre las asignaturas y Disciplinas del tercer año diseñadas en el plan de estudio D donde se manifiesta la interrelación entre ellas.

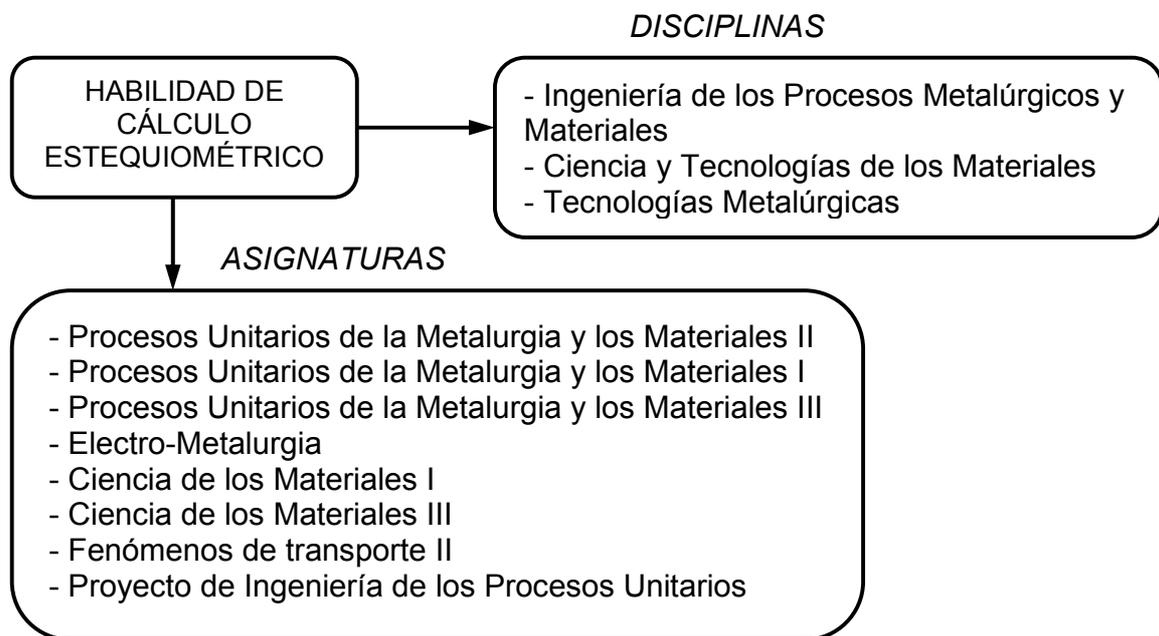


Figura 2.4

A partir de estas interrelaciones, considerando la importancia de la habilidad en la carrera, se propone una estrategia didáctica para el cumplimiento del objetivo planteado.



CAPÍTULO II

PROPUESTA DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA METODOLÓGICA PARA LA IMPARTICIÓN DE LA ESTEQUIOMETRÍA EN LA CARRERA DE INGENIERÍA METALÚRGICA.

Producto a lo planteado anteriormente, en este capítulo se elabora una propuesta de una estrategia didáctica para el desarrollo de la habilidad de cálculo estequiométricos con contenidos que favorecen la formación académica, laboral e investigativa de los estudiantes de la carrera, constituye el aporte práctico del trabajo, a él se le dedica una parte importante junto a un conjunto de aspectos que deben tenerse en cuenta a la hora de los docentes enfrentar el trabajo para la elaboración de un problema.

2.1 Acercamiento al problema investigado.

Como vía de comprobación se consultó la propuesta de un grupo de profesores del departamento de Ingeniería Metalúrgica donde cinco son doctores y uno



master, presentando como categoría docente dos de profesor titular, dos de profesor auxiliar, tres de profesor asistente y uno de instructor observándose gran variedad en los encuestados para asegurar así una mayor realidad en las encuestas realizadas ver anexo 6 y 7, mostrándose a continuación los resultados alcanzados.

A continuación se valoran los criterios planteados por los encuestados para conocer la pertinencia de la propuesta.

Resultado de las encuestas de los profesores.

En la figura 1 del anexo 8 se muestra la importancia que le conceden los profesores a la habilidad de los cálculos estequiométricos en la formación del Ingeniero Metalúrgico impartida en las asignaturas de Química I y II en el primer año de la carrera.

Las figuras 2 a la 4 del anexo 8 muestran los resultados referentes a las respuestas de los profesores con respecto a las preguntas acerca de que si en la asignatura que imparte está incluida en el sistema de habilidades de cálculos estequiométricos, la importancia que le concede al desarrollo de esta habilidad en su asignatura, además de cómo ve reflejada la habilidad en su asignatura y de la importancia que le concede a la habilidad de los cálculos estequiométricos en el sistema de evaluación de la asignatura que imparte.

Como se aprecia en la figura 2 del anexo 8 que la mayoría de los profesores incluyen esta habilidad en sus asignaturas ya que quizás tres de ellos no, ya que su asignatura no tiene ninguna relación con la habilidad. En cuanto a que si los profesores le conceden importancia al desarrollo de esta habilidad en su asignatura (figura 3 del anexo 8), se observa claramente que la totalidad de los profesores si lo hace pero hay un grupo que no esta al tanto del conocimiento de la misma, por lo que así mismo en la pregunta de que valor le concede a la habilidad de los cálculos estequiométricos en el sistema de evaluación de la



asignatura que imparte (figura 4 del anexo 8) la mayor cantidad de los profesores le otorga una estimación apreciable a la habilidad para su evaluación tomando esta un valor considerable y vinculándola en su asignatura mediante métodos de enseñanza diferentes (figura 5 del anexo 8) haciendo mayor énfasis en los proyectos de curso y prácticas laboral.

De todos los resultados anteriores puede deducirse que la aplicación de los cálculos estequiométricos resulta favorable para la impartición de estos en las asignaturas impartida por los profesores de la carrera, donde estos al impartir o preparar sus clases van a ser capaces de tener en cuenta la estequiometría para una mejor aceptación por el estudiante.

Resultado de las encuestas de los estudiantes: (1^{er} y 2^{do} año de la carrera)

En la figura 6 del anexo 9 se muestra el valor que le confieren los estudiantes al igual que los profesores a la habilidad de los cálculos estequiométricos en la formación del Ingeniero Metalúrgico impartida en las asignaturas de Química I y II en el primer año de la carrera.

Las figuras 7 a la 10 del anexo 9 muestran las deducciones vinculadas a las respuestas de los estudiantes con respecto a las preguntas acerca de cómo evalúan ellos la vinculación de esta habilidad con la asignatura integradora del año y de que si se aplican los cálculos estequiométricos en las asignaturas que ha recibido, ya que se observa claramente que si vinculan la habilidad en el proyecto integrador del curso y de que se imparte la misma en las asignaturas de Química I y II donde los estudiantes reciben la habilidad mediante proyectos, laboratorios, ejercicios y clases prácticas y donde mayor énfasis hacen es en los ejercicios, no dejando pasar por alto los demás métodos, presentando así mayores dificultades en la composición racional y en el completamiento de reacciones químicas, sin menospreciar que en los demás aspectos también presentan deficiencias.



De todo lo antepuestos puede deducirse que la aplicación de los cálculos estequiométricos en los estudiantes es de gran importancia debido a que se van familiarizando con el trabajo, aprenden a emplear las leyes estequiométricas, se familiarizan con las habilidades, como enfrentar los problemas, formular hipótesis y arribar a conclusiones, por lo que se deben incluir estrategias y metodologías que permitan el desarrollo de habilidades prácticas en la resolución de ejercicios.

2.2 Estrategia didáctica.

Para la elaboración de la estrategia didáctica encaminada al desarrollo de la habilidad de cálculo estequiométrico, se toma como base las concepciones y dirección por objetivo. Se asume para el desarrollo de la estrategia lo planteado por diferentes autores, al considerar a la estrategia como:

En este epígrafe se debe partir del concepto estrategia por importante en esta investigación. En el diccionario Enciclopédico Grijalbo 1998, se encontró que como segunda acepción aparece estrategia como:

Táctica o pericia en un asunto. (Diccionario enciclopédico ilustrado Grijalbo, 1998).

La versión anglosajona "Strategy" plantea: **"Arte de elaborar o emplear planes o estratagemas con vistas a alcanzar un objetivo" (Merriom Webster's. Dictionary, 1998).**

Ambos conceptos caracterizan de forma general el significado, pero la versión anglosajona está más acabada.

Un colectivo de investigadores de la Universidad Central de Las Villas consideran una estrategia didáctica un programa que se elabora para **indicar el modo en que se combinarán objetivos, contenidos y actividades en el proceso docente educativo que se desarrolla en un cierto medio y reúne una serie de recomendaciones o procedimientos** que deben ser considerados al elaborar



situaciones de aprendizaje para emplear en ese proceso concreto con el propósito de alcanzar el objetivo y el cumplimiento de las políticas definidas (Ramírez, et al, 2003).

Para autores como Coy, Ramón y Ortiz (1998) una estrategia didáctica es **una estructura coherente que ofrece un amplio campo de posibilidades para la acción pedagógica**. Son totalidades en las que los hechos escolares (cognitivos y comportamentales) encuentran explicación, en la medida que es posible ver las relaciones entre el saber, la actividad, el desarrollo de los sujetos y las metodologías empleadas. La estrategia didáctica es una estructura con un universo, un conjunto de elementos y unas relaciones.

En el contexto de la solución del problema de la investigación consideramos a la estrategia didáctica **un conjunto de elementos relacionados, con un ordenamiento lógico y coherente, que van a mediar las relaciones entre el profesor y los estudiantes en formación (los sujetos) durante la solución de los problemas que se manifiestan en la enseñanza de los contenidos estequiométricos (el objeto) con el fin de formar las habilidades pedagógico-profesionales básicas, y que ejecutan mediante una secuencia de actividades práctica en la escuela donde laboran** (Laguna y Fernández 1995).

La estrategia didáctica pretende facilitar la actuación del estudiante en formación, aumentar su eficacia en la solución de los problemas profesionales y la adaptación a situaciones nuevas en las que pueda aplicar sus conocimientos y habilidades, mostrar y aumentar su competencia en dominios específicos. La estrategia didáctica es una manera concreta de expresar la modelación de las relaciones del proceso pedagógico (Sierra, 2002). También se da una significación específica y la caracteriza como: **Conjunto de acciones metodológicas dirigidas al docente encaminadas a transformar un estado presente en un estado deseado, a fin de lograr un objetivo.**



Este objetivo tiene como fin que los problemas que se elaboren estén relacionados con la práctica social, que reflejen la realidad del contexto, que se vinculen con los contenidos propuestos, aunque pueden ser vinculados con otros contenidos que los docentes estimen de interés o necesarios de acuerdo con las posibilidades reales de la escuela y los estudiantes.

Este fin aspira a que en la medida que los procesos de enseñanza aprendizaje tomen la vida cotidiana y las experiencias previas de los estudiantes como punto de partida, puedan ser más significativos. De esta manera, la realidad se convierte en un escenario de múltiples aprendizajes, conocimientos, experiencias, a través de los cuales los estudiantes logren que el conocimiento de la estequiometría vaya adquiriendo significado para ellos, al relacionarla con acontecimientos de la vida diaria se logrará una mayor comprensión del concepto, relación, cálculo o procedimiento de que se trate.

2.3 Elaboración de una estrategia didáctica para el desarrollo de habilidades en la resolución de ejercicios de cálculos estequiométricos.

Para poner en práctica la estrategia se hace necesario que el docente haya diagnosticado a sus estudiantes para detectar el grado de conocimientos que poseen sobre la estequiometría, diagnóstico que debe darle seguimiento para erradicar las

deficiencias encontradas y sobre esa base se propone acciones estratégicas. Además debe ir elaborando problemas que vayan en forma espiral, variando el grado de dificultad, para tratar que al ser solucionado por los estudiantes, el paso del estado inicial al estado final implique que éste experimente un desarrollo conocedor, al trabajar sobre su zona de desarrollo próximo.

Cada problema debe constituir un reto, pues se desconoce la vía de solución y el tiempo, que el estudiante demorará en solucionarlo, dependiendo éste de las



habilidades que vaya desarrollando, para dirigir el proceso de búsqueda de informaciones, de acuerdo con el conocimiento que el estudiante tiene del medio donde se desenvuelve, de sus aspiraciones y motivaciones.

Estas premisas constituirán el conocimiento y la preparación de los docentes que, unido a la interpretación y aceptación de los cambios que se operan en los enfoques metodológicos estén implícitas las transformaciones en los programas de estudio.

Dentro de los requerimientos que la misma exige, está el objetivo general y los específicos, que cada docente debe tener presente para su puesta en práctica, y ellos son:

Objetivo general.

Combinar el proceso de enseñanza de la solución de problemas de manera que posibiliten el establecimiento del vínculo del contenido de los programas de estudio con situaciones prácticas del entorno, que desarrolle cualidades de la personalidad de los estudiantes que coadyuven a la formación académica, laboral e investigativa de los mismos, partiendo de un aprendizaje vivencial.

Objetivos específicos.

Considerar que la enseñanza de la solución de problemas sea:

- Objeto de conocimiento y de orientación del estudiante, de manera que sean empleados como vía para la asimilación y profundización de los conocimientos y procedimientos de solución.

- Objeto de solución, de manera que estos sean empleados en todas las asignaturas y Disciplinas como vía para la asimilación de conocimientos de los cálculos estequiométricos, la formación y desarrollo de habilidades.

El conocimiento de estos objetivos, unidos a los contenidos a tratar, la vía a utilizar, el tipo de actividad, los métodos de enseñanza y los procedimientos, darán a los docentes la posibilidad de poner en práctica esta estrategia didáctica.



2.3.1 Etapas de la estrategia didáctica.

La estrategia que se propone consta de tres etapas de trabajo que son:

- Preparación de los docentes.
- Planificación. Selección de la información.
- Resolución del problema.

Análisis de cada etapa.

La primera etapa tiene dos fases.

- Analizar los documentos normativos.
- Diagnosticar a los estudiantes.

La segunda etapa que está dedicada a seleccionar la información necesaria, contempla también tres fases:

- Búsqueda de la información.
- Análisis de la información buscada.
- Escribir el texto.

La tercera y última etapa que se dedica a la resolución del problema, está subdividida en dos fases:

- Solucionar el problema por todas las vías posibles.
- Validar el problema.

Las etapas en las cuales se han distribuido las acciones generales de la estrategia se muestran en la figura 2.1 en el siguiente esquema:

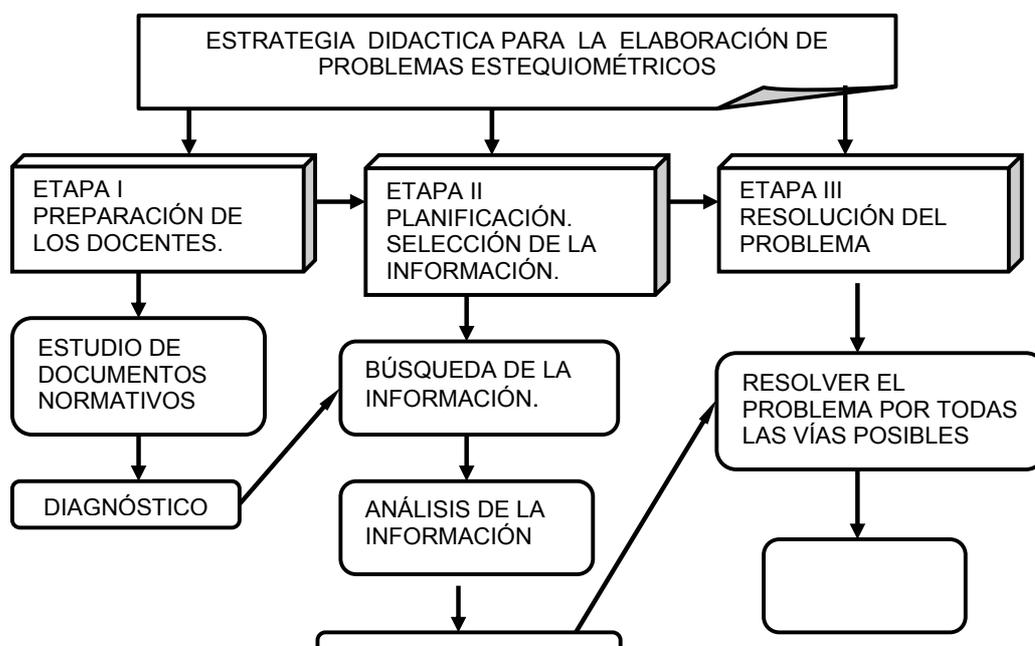




Figura 2.1

A continuación se muestra una explicación de las acciones a desarrollar en cada etapa y fase de la estrategia, mostrando el objetivo que se persiguen en cada una ellas.

✓ **Primera etapa:** Preparación de los docentes.

En esta etapa, está enmarcado el diagnóstico que el profesor debe realizar a sus estudiantes, para conocer las dificultades, limitaciones y potencialidades que el mismo tiene, en el contenido con el cual se va a trabajar y el estudio y análisis de los documentos normativos, que aportan los contenidos, que se complementan para facilitar el cumplimiento de los objetivos formativos, y el trabajo con los programas.

Esta primera etapa, tiene como objetivo: **Valorar los documentos que norman** el trabajo metodológico, para integrarlo a un determinado contenido que posibilite la vinculación de todos ellos a la práctica social propiciando, a partir de un aprendizaje vivencial en los estudiantes de la Ingeniería Metalúrgica, una formación académica laboral e investigativa en ellos.

Las acciones que se cumplimentarán en ella, son, sobre las cuales, se sustenta el cumplimiento de los objetivos de la unidad en la que se proponga trabajar,



pues de ellas, depende la preparación que el docente, debe tener para lograr el objetivo propuesto en esta etapa inicial.

Con el análisis y estudio de estos documentos normativos, el docente buscará las respuestas a las siguientes interrogantes.

¿En qué tema le va a dar tratamiento?

¿Qué contenido es necesario?

¿En cuál objetivo del año va a incidir?

¿Cómo se relaciona con otras asignaturas y Disciplinas?

Al realizar el análisis de la dosificación debe tener presente el lugar que ocupa el tema, para tener en cuenta los conocimientos precedentes que tiene el estudiante y dejar precisado, si el problema es para utilizar como instrumento de diagnóstico, para introducir un concepto, para ejercitar o sistematizar.

Se recomienda que después de esta preparación se **diagnostique** a los estudiantes, acción que puede realizarse antes o después de la preparación, según el profesor lo crea conveniente.

Se sugiere que en este análisis se prevean todos los problemas a utilizar en el sistema de clases a preparar, y de esta forma, se garantice la sistematicidad de los objetivos propuestos.

✓ **Segunda etapa:** Planificación.

Se planificará el qué, el para qué y el cómo elaborar un problema. Con esta perspectiva se remite a la selección de los datos que utilizarán para la solución del problema.



Seleccionar la información necesaria. Acción principal de la etapa, que tiene como objetivo:

Estructurar la información seleccionada, de manera que posibilite el establecimiento del vínculo entre los contenidos que relacionan el cálculo estequiométrico para el balance de material en las diferentes asignaturas donde se tratan, buscar el medio de obtener una información con datos reales, significativos, actuales.

Buscar la información: Esta fase debe ser trabajada fundamentalmente por los estudiantes, donde el profesor oriente, dirija y controle la actividad de búsqueda de la información. La información puede ser hallada en la propia escuela, en los bancos de datos que se han creado, en el entorno del municipio, en artículos, revistas, Internet, etc.

Análisis de información hallada: Una vez buscada la o las informaciones, (pueden ser de diferentes naturaleza) el docente debe hacer un análisis de la misma para clasificarla y darle la mayor utilidad posible, este análisis debe estar comprendido entre dos categorías, la instructiva y la formativa, que están unidas en cada problema, pero que para su mejor comprensión se explica por separado.

Parte instructiva.

Los datos recogidos pueden clasificarlos en simples o relaciones, qué operaciones puede desarrollar con ellos, a qué dominio más restringido pertenecen, que relación tienen con otros contenidos anteriores y posteriores de los diferentes años de la carrera.

Se trata de buscar todas las operaciones que con los datos encontrados se puedan realizar para la elaboración del o los problemas, siempre teniendo en cuenta que la búsqueda no se realizó al azar, sino que estuvo dirigida, a la resolución del problema planteado según el contenido y el desarrollo de la



habilidad tratada, que según el estudio de los documentos normativos debía utilizar.

Parte formativa.

Al igual que en la parte instructiva, la selección de la información esta dirigida al o a los objetivos y que responden a los objetivos formativos en los que pretende trabajar.

En esta categoría es importante que el docente deje previsto qué preguntas colaterales pueda realizar para dejar en los estudiantes una información, un mensaje, que lleven al estudiante a una reflexión, que les permita valorar la respuesta que se dé a cada pregunta realizada.

Las acciones a desarrollar por los docentes en cada una de las fases que componen esta etapa están dirigidas a que el producto final, que es el problema, le sea formulado al estudiante con la mayor calidad posible, acciones que se muestran a continuación.

Al **Escribir el texto** hay que lograr que el texto motive a los estudiantes, que lo harán siempre que el planteo de los problemas les resulte verdaderamente interesante, que responda al objetivo propuesto cuando cumple los siguientes indicadores:

- Redactado en un lenguaje claro y sencillo. (Utilización acertada de la lengua materna)
- Los datos extraídos del contexto social.
- Relación entre lo dado y lo buscado.
- Vía de solución desconocida.
- Asequible al año.
- Posibilidad de reformularse.
- Lleve un mensaje al estudiante.
- ✓ **Tercera etapa:** Ejecución.

La acción principal de esta etapa tiene como objetivo:



La **resolución de problemas** que favorezcan la formación académica, laboral e investigativa de los estudiantes de Ingeniería Metalúrgica a partir de un aprendizaje vivencial.

De todos los pasos este es el más importante, y consta de dos fases que son: solución por todas las vías posibles del problema y su validación por parte de estudiantes seleccionados con anterioridad. De la parte externa del problema, de su calidad, claridad, coherencia, concordancia y creatividad, depende, en buena medida, la comprensión que de él tenga el estudiante, su motivación para resolverlo y la información educativa que les deje.

Solucionar el problema por todas las vías posibles se refiere, a la solución que debe realizar el docente al problema que está elaborando, teniendo en cuenta, todas las vías o estrategias posibles de solución que el alumno pueda encontrar, una vez, se le haya propuesto el problema, acción esta que no solo evitará riesgos de que al estudiante al enfrentarse a él, descubra alguna incongruencia que obstaculice el cumplimiento del objetivo para el cual fue elaborado el mismo, sino que el docente analice las posibles preguntas que como impulsos pueda dar a sus estudiantes, para que estos encuentren el camino a seguir para darle solución según las motivaciones e intereses que despierte en ellos, aspecto que no puede dejar al azar, que debe estar bien planificado, pues en él está cifrada la máxima aspiración para la cual fue elaborado el problema.

Validar el problema una vez concluido el problema, debe ser validado, no basta con que el docente la haya resuelto por las vías que él consideró podía hacerse, pues como fue él mismo el que lo elaboró, puede correr el riesgo de realizar una operación que tenga en el subconsciente y que el problema no lo tenga claro. Esa validación la pueden realizar estudiantes que se seleccionen.

Sobre la relación entre las acciones de la estrategia y las etapas de trabajo que en ella se proponen es considerada adecuada la asequibilidad de las acciones de cada una de las etapas, y el aporte que ellas realizan para el cumplimiento de los



objetivos formativos, así como la efectividad de la alternativa metodológica propuesta para favorecer la formación laboral e investigativa de los estudiantes.

De forma general, se considera que la estrategia didáctica que se propone para elaborar problemas de cálculos estequiométricos, se ajusta a las exigencias del nivel y a los requerimientos para dirigir un proceso de enseñanza–aprendizaje desarrollador y educativo; por tanto, es pertinente de ser utilizada para la elaboración de problemas.

2.3.2 Ventajas de la estrategia.

- Favorece la preparación del docente y les permite formular problemas vinculados al contexto y a las necesidades y objetivos de la escuela, los estudiantes y la comunidad.
- Desarrolla desde los primeros años el trabajo investigativo con los estudiantes.
- Sistematiza el desarrollo de habilidades en los estudiantes de Ingeniería Metalúrgica.
- Posibilita la comunicación estudiante – estudiante, estudiante – grupo, estudiante – profesor y estudiante –comunidad.

2.4 Estrategias didácticas que el docente puede emplear con la intención de facilitar el aprendizaje.

Se presentan algunas estrategias de aprendizaje, en la tabla 2.1 las cuales catalogan en función del dominio del conocimiento al que se aplican, del tipo de aprendizaje que favorecen, de su finalidad y del tipo de técnicas particulares que se aplique.

http://docencia.udea.edu.co/vicedocencia/cuadro_resumenestratedidac.html



Unas de las tácticas didácticas que el docente logra explotar con el propósito de proporcionar el aprendizaje revelador de los alumnos se muestran a continuación cuadro resumen sobre estrategias didácticas:

Tabla 2.1 Cuadro resumen sobre estrategias didácticas

Estrategia didáctica	Objetivo	Ventajas	Aplicaciones, ejemplos	Recomendaciones	Roles
Exposición	Presentar de manera organizada información a un grupo. Por lo general es el profesor quien expone; sin embargo en algunos casos también los alumnos exponen.	Permite presentar información de manera ordenada. No importa el tamaño del grupo al que se presenta la información.	Se puede usar para hacer la introducción a la revisión de contenidos. Presentar una conferencia de tipo informativo. Exponer resultados o conclusiones de una actividad.	Estimular la interacción entre los integrantes del grupo. El profesor debe desarrollar habilidades para interesar y motivar al grupo en su exposición.	Profesor: Posee el conocimiento. Expone, informa. Evalúa a los estudiantes. Alumnos: Receptores. Pasivos. Poca interacción.
Método de proyectos	Acercar una realidad concreta a un ambiente académico por medio de la realización de un proyecto de trabajo.	Es interesante. Se convierte en incentivo Motiva a aprender. Estimula el desarrollo de habilidades para resolver situaciones reales.	Recomendable en: Materias terminales de carreras profesionales. En cursos donde ya se integran contenidos de diferentes áreas del conocimiento. En cursos donde se puede hacer un trabajo interdisciplinario.	Que se definan claramente las habilidades, actitudes y valores que se estimularán en el proyecto. Dar asesoría y seguimiento a los alumnos a lo largo de todo el proyecto.	Profesor: Identifica el proyecto. Planea la intervención de los alumnos. Alumnos: Activos. Investigan. Proponen y comprueban sus hipótesis. Practican habilidades.
Método de preguntas	Con base en preguntas llevar a los alumnos a la discusión y análisis de información pertinente a la materia.	Desarrolla habilidades para el análisis información. Los estudiantes aplican verdades "descubiertas" para la construcción de conocimientos.	Para iniciar la discusión de un tema. Para guiar la discusión del curso. Para generar controversia creativa en el grupo.	Que el profesor Desarrolle habilidades para el diseño y planteamiento de las preguntas. Evitar ser repetitivo en el uso de la técnica.	Profesor: Guía al descubrimiento. Provee de pistas futuras. Alumnos: Toman las pistas. Investigan.



<p>Aprendizaje basado en problemas</p>	<p>Los estudiantes deben trabajar en grupos pequeños, sintetizar y construir el conocimiento para resolver los problemas, que por lo general han sido tomados de la realidad.</p>	<p>Favorece el desarrollo de habilidades para el análisis y síntesis de información. Permite el desarrollo de actitudes positivas ante problemas. Desarrolla habilidades cognitivas y de socialización.</p>	<p>Es útil para que los alumnos identifiquen necesidades de aprendizaje. Se aplica para abrir la discusión de un tema. Para promover la participación de los alumnos en la atención a problemas relacionados con su área de especialidad.</p>	<p>Que el profesor desarrolle las habilidades para la facilitación. Generar en los alumnos disposición para trabajar de esta forma. Retroalimentar constantemente a los alumnos sobre su participación en la solución del problema. Reflexionar con el grupo sobre las habilidades, actitudes y valores estimulados por la forma de trabajo.</p>	<p>Profesor: Presenta una situación problemática. Toma parte en el proceso como un miembro más del grupo. Alumnos: Juzgan y evalúan sus necesidades de aprendizaje. Trabajan individual y grupalmente en la solución del problema.</p>
<p>Panel de Discusión</p>	<p>Dar a conocer a un grupo diferentes orientaciones con respecto a un tema.</p>	<p>Se recibe información variada y estimulante. Motivante. Estimula el pensamiento crítico.</p>	<p>Se aplica para contrastar diferentes puntos de vista con respecto a un tema. Cuando se quiere motivar a los alumnos a investigar sobre contenidos del curso.</p>	<p>Aclarar al grupo el objetivo del panel y el papel que le toca a cada participante. Hacer una cuidadosa selección del tema en el panel y de la orientación de los invitados. El moderador debe tener experiencia en el ejercicio de esa actividad.</p>	<p>Profesor: Moderador. Facilitador del proceso. Neutral. Alumnos: Atentos a la información. Inquisitivos y analíticos.</p>
<p>Lluvia de ideas</p>	<p>Incrementar el potencial creativo en un grupo. Recabar mucha y variada información. Resolver problemas.</p>	<p>Favorece la interacción en el grupo. Promueve la participación y la creatividad. Motiva. Fácil de aplicar.</p>	<p>Útil al enfrentar problemas o buscar ideas para tomar decisiones. Para motivar la participación de los alumnos en un proceso de trabajo grupal.</p>	<p>Delimitar los alcances del proceso de toma de decisiones. Reflexionar con los alumnos sobre lo que aprenden al participar en un ejercicio como éste.</p>	<p>Profesor: Moderador. Facilitador del proceso. Motiva la participación. Alumnos: Participación. Aportan. Agrupan y ordenan ideas. Toman decisiones en grupo.</p>



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN PRÁCTICA DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA EN LA SOLUCIÓN DE EJERCICIOS RELACIONADOS CON LOS CÁLCULOS ESTEQUIOMÉTRICOS.

Después de haber analizado la habilidad en las asignaturas de Química impartidas en otras universidades donde se estudia la carrera de Ingeniería Metalúrgica y Materiales y compararlas con la que se imparte en el Instituto Superior Minero Metalúrgico, de relacionar la habilidad de los cálculos estequiométricos con las restantes disciplinas, asignaturas de la carrera, además comunicar los resultados de las encuestas realizadas y de elaborar la estrategia didáctica establecida en el capítulo anterior, se propone la elaboración de la metodología para la implementación práctica de la estrategia didáctica en la solución de ejercicios relacionados con los cálculos estequiométricos.



3.1 Habilidades adquiridas por los estudiantes con el ejercicio integrador.

Primera Etapa: Preparación del docente y los estudiantes.

A través de los ejercicios propuestos referentes a los cálculos estequiométricos les permitirán a los estudiantes desarrollar y adquirir habilidades en la práctica, partiendo del diagnóstico que se realice del conocimiento precedente, las dificultades, limitaciones y potencialidades que poseen con el contenido relacionado con dicha habilidad y luego se sistematice, ejercite, para ello se debe tener en cuenta en el contenido a impartir con relación a la habilidad, que el estudiante sea capaz a partir de ejercicios integradores, de:

1. Analizar el tipo de enlace formado entre átomos a partir de su posición en la tabla periódica y propiedades periódicas.
2. Calcular e interpretar parámetros estequiométricos, termodinámicos, cinéticos y del equilibrio de las reacciones químicas y su interrelación.
3. Describir y formular métodos de obtención y aplicaciones de los elementos y compuestos de interés en la carrera de Metalurgia y relacionarlos con sus propiedades.
4. Calcular balance material en los distintos procesos metalúrgicos en que participan los elementos y sustancias estudiadas.
5. Ejecutar la Gestión de la información científico - técnica en idioma extranjero, empleando los productos bibliográficos tradicionales.
6. Conocer las revistas, Bases de datos y Eventos internacionales de reconocido prestigio en las temáticas.
7. Crear competencia argumentativa al explicar las tomas de decisiones ingenieriles.
8. Elabora la gestión de conocimiento mediante la búsqueda bibliográfica.
9. Ejecutar los cálculos con dominio de la conversión y el análisis de unidades para el control del resultado, basado en la aplicación de las instrucciones normalizativas cubanas para la introducción del sistema internacional de unidades.



10. Asimilar la metodología de autoaprendizaje, para asimilar nuevos conocimientos.
11. Emplear la metodología de integración de conocimientos para solucionar problemas de la profesión.
12. Ejecutar los cálculos y gráficos en tablas dinámicas del Excel, confeccionar los trabajos en Word y preparar la presentación de sus defensas en Power Point.

3.2 Metodología de cálculo a utilizar por los estudiantes.

Esta metodología puede ser utilizada para resolver una problemática particular, ya que es de gran importancia que la misma se oriente y se explique de forma detallada en las conferencias orientativas, la continuidad del estudio de esta metodología evitara que el estudiante mantenga el mecanicismo a la hora de resolver un problema que se les plantee y va a favorecer a la comprensión de la dialéctica lo que traerá consigo la formación de un ingeniero más capacitado.

Segunda Etapa: Planificación.

Se planificará el qué, él para qué y el cómo elaborar un problema. Con esta perspectiva se remite a la selección de los datos que utilizarán para la solución del problema.

La acción principal de esta etapa es la formulación del problema y tiene como objetivo, formular problemas que favorezcan la formación académica, laboral e investigativa de los estudiantes a partir de un lenguaje vivencial.

Ejemplo de un problema para primer año:

En la Empresa Pedro Soto Alba se encuentra la planta de lixiviación donde los trabajadores de la misma, necesitan realizar el balance material de la reacción para calcular la masa de ácido sulfúrico necesaria para procesar mineral laterítico donde los metales a lixiviar se encuentran en forma de óxido.

Debe calcular:

- a) Calcule la masa de metal real o transformado que reacciona con el H_2SO_4 .



- b) Calcule la masa de H_2SO_4 mínima necesaria para lixiviar el metal.
- c) Calcule la masa de H_2O que se forma.
- d) Establezca el balance material de la reacción.

Tabla 3.1 Datos para realizar el ejercicio.

No	Metales a lixiviar	Contenido del metal %	Grado de transformación %	Masa de mineral Kg
1	CoO	1.3	78	200
2	FeO	1.2	79	320
3	NiO	2.3	80	564
4	MgO	5.6	81	126
5	CrO	4.2	82	698

Ejemplo de un problema para segundo año:

En un proceso pirometalúrgico donde los metales a obtener se encuentran en forma de óxido, se procesa el mineral concentrado con una ley del metal. Este proceso ocurre mediante la disociación del mineral y se representa por la siguiente ecuación de reacción:



1. Caracterizar la materia prima y productos de la reacción.
 - Propiedades Físico-Química de los elementos químicos (átomo, masa, número atómico, temperatura de fusión, densidad, año de descubrimiento, estado de oxidación, states, discovery credits.
 - minerales portadores del metal, características generales (propiedades físicas, color, densidad, lustre, magnetismo, hardness
2. Realice el balance de materiales de la reacción.

Tabla 3. 2 Datos para realizar el ejercicio.

No	Metales a lixiviar	Contenido del metal %	Grado de transformación %	Masa de mineral Kg
1	Rodrococita	5.6	83	456



2	Cerusita	9.6	84	785
3	Yeso	5.8	85	541
4	Anglesita	4.7	86	200
5	Baritina	7.2	87	500

3. Calcule la variación de entalpía total del proceso, considere la $P = 101,3$ kPa y $T = 298$ k.
4. Calcule la variación de energía interna experimentada en la reacción, aplicando los métodos siguientes.
 - Ecuación de Gibbs –Helmholtz
 - Método de Ulich.
 - Método de Temkim- Shavartzman

Asuma un comportamiento ideal de los gases que intervienen en dicha reacción.

5. Justifique si la reacción ocurre espontáneamente en las condiciones dadas
6. Busque la influencia de los gases presentes en la reacción al medio ambiente.

Entre los objetivos a trazarse con el ejercicio se encuentran:

- Aplicar la metodología para realizar balance de materia y calcular los aspectos termodinámicos de los procesos Metalúrgicos.
- Caracterizar el proceso Metalúrgico.
- Crear habilidades de gestión de conocimiento y auto-aprendizaje.
- Crear habilidades en la conversión de unidades, en el uso de los libros, en la redacción de informes técnicos y exposición de sus resultados.

Tercera Etapa: Ejecución.

La acción principal de esta etapa tiene como objetivo:



La resolución de problemas que favorezcan la formación académica, laboral e investigativa de los estudiantes de Ingeniería Metalúrgica a partir de un aprendizaje vivencial.

De todos los pasos este es el más importante, y consta de dos fases que son: solución por todas las vías posibles y su validación por estudiantes seleccionados con anterioridad.

3.2.1 Pasos a seguir en la metodología de cálculo para estudiantes de 1er año.

1. Interpretar el problema y analizar los datos.

Para comenzar a solucionar el problema necesito contestar las tres preguntas siguientes:

a-¿Qué se va a calcular?

b-¿Qué se necesita?

c-¿Qué se tiene y qué se debe buscar?

2. Conocer las características generales de los elementos químicos que intervienen en la reacción.

Para saber las propiedades que presentan los elementos químicos se debe tener conocimiento de sus isótopos, ión, número atómico, estado de oxidación, masa atómica, peso atómico y masa molar, además de su ubicación en la tabla periódica, su color, dureza, densidad y brillo, todo esto se debe buscar en el libro digitalizado Perry's chemical engineers' handbook puesto en la Intranet y en la tabla periódica que se encuentra en la página Web del departamento de Química para la utilización de los estudiantes

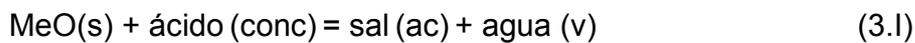
3. Plantear y ajustar las ecuaciones químicas generales que ocurren en el proceso y para cada metal.

Para ajustar una ecuación se deben partir de los siguientes pasos que son necesarios para escribir una reacción ajustada:



- Se determina cuales son los reactivos y los productos.
- Se escribe una ecuación no ajustada usando las fórmulas de los reactivos y de los productos.
- Se ajusta la reacción determinando los coeficientes que nos dan números iguales de cada tipo de átomo en cada lado de la flecha de reacción, generalmente números enteros.

Ejemplos:



4. Conocer el conjunto de transformaciones físico- químicas que ocurren en la reacción.

Es necesario conocer la forma en que estas sustancias pueden interaccionar para dar lugar a determinados productos de una reacción química, es decir, se debe saber si se disocian, se oxidan o se reducen y si ocurre un cambio de estado.

5. Seleccionar las expresiones matemáticas que correspondan a cada fenómeno planteado.

Para validar los resultados, las expresiones matemáticas se deben tener presente la selección de parámetros a gestionar para efectuar los cálculos o conversiones en correspondencia con el análisis de unidades.

En este paso se debe realizar el balance material de la reacción teniendo presente las etapas señaladas a continuación:

- 5.1 Calcular primeramente la masa del metal contenida en el mineral y la masa del óxido contenida en el mineral.



Para calcular la masa de metal contenida en el mineral se emplea la ley del metal que se muestra en la expresión (3. a).

$$Ley_{(Me)} = \frac{m(Me)}{m_{Total}} \cdot 100 \quad (3. a)$$

Donde:

$m(Me)$ = masa de metal

m_{Total} = masa total del mineral

$Ley_{(Me)}$ = ley del metal

Para calcular la masa del óxido, por la expresión (3.d) es necesario establecer una relación de combinación entre el metal y el óxido del metal donde esta contenido, pero primeramente se debe calcular la masa molar del óxido del metal buscando los valores en las tablas periódicas referentes en varios libros de química y luego establecer la relación teórica y luego la relación práctica.

Primeramente se debe calcular la masa molar del óxido del metal por la expresión (3.b) despejada de la expresión (3.c) donde se deben buscar los datos en la tabla periódica, de la masa atómica relativa (Ar), ver anexo 10 con un ejemplo del níquel.

$$(Ar Me) + (Ar \text{ óxido}) = (Ar \text{ óxido del metal}) \text{ y se expresa en g/mol} \quad (3.b)$$

Para la relación teórica y luego la relación práctica se utiliza las expresiones (3.c) donde se observa que la relación es $\frac{1}{1}$ porque por cada un mol del metal hay un mol de óxido del metal.

$$\left(\frac{Me}{MeO} \right) = \frac{n(Me)}{n(MeO)} = \frac{1}{1} = 1 \quad ; \text{ como } \gamma' = \gamma \quad (3.c)$$



$$\gamma' \left(\frac{Me}{MeO} \right) = \frac{n'(Me)}{n'(MeO)} = \frac{\frac{m Me}{M Me}}{\frac{m MeO}{M MeO}} \gamma = 1$$

$$m(MeO) = \frac{m(Me) * M(MeO)}{M(Me)} \quad (3.d)$$

Donde:

γ' = relación práctica

γ = relación teórica

$n(Me)$ = cantidad de sustancia teórica del metal

$n(MeO)$ = cantidad de sustancia teórica del óxido del metal

$n'(Me)$ = cantidad de sustancia práctica del metal

$n'(MeO)$ = cantidad de sustancia práctica del óxido del metal

$m Me$ = masa del metal

$M Me$ = masa molar del metal

$m MeO$ = masa del óxido del metal

$M MeO$ = masa molar del óxido del metal

5.2 Calcular la masa de metal que en realidad reacciona con el ácido a través del coeficiente de transformación siendo este según la expresión (3.e) que se presenta seguidamente:

$$\xi_{Me} = \frac{m(Me)_{transformada}}{m(metal\ inicial)_T} * 100; \quad (3.e)$$

Donde:

$m(Me)_{transformada}$ = masa de metal transformado

$m(metal\ inicial)_T$ = masa de metal inicial en el óxido del metal

ξ_{Me} = coeficiente de transformación



Despejando de la expresión (3.e) la masa de metal transformado, queda de la siguiente forma:

$$m Me_{transformado} = \frac{\xi(Me) * m(Me en el MeO)}{100} \quad (3.f)$$

5.3 Calcular la masa de la sal que se forma a partir del metal transformado, calculado por el coeficiente de transformación

Pero se debe calcular primero la masa molar de la sal por la expresión (3.g) y se debe buscar los datos en la tabla periódica, ver anexo 10 con un ejemplo del níquel.

$$(Ar metal) + (Ar \acute{o}xido * 4) + (Ar azufre) = M(sal) \quad (3.g)$$

que se expresa en g/mol

A partir de la masa de metal transformado calculado en (3.f) se calcula la masa de la sal que se forma, estableciendo una relación de combinación entre el metal transformado y la sal de la misma forma que se calcularon las relaciones prácticas y teóricas en el paso 5.1

$$\gamma \left(\frac{Me}{sal} \right) = \frac{n(Me_{transformado})}{n(sal)} = \frac{1}{1} = 1 ; \text{ como } \gamma' = \gamma$$

$$\gamma' \left(\frac{Me}{sal} \right) = \frac{n'(Me)}{n'(sal)} = \frac{\frac{m(Me_{transformado})}{M(Me)}}{\frac{m(sal)}{M(sal)}} \gamma = 1$$

$$m(sal) = \frac{m(Me_{transformado}) * M(sal)}{M(Me)} \quad (3.h)$$

Donde:

$M(sal)$ = masa molar de la sal

$m(sal)$ = masa de la sal

$n'(sal)$ = cantidad de sustancia práctica de la sal



5.4 Calcular la masa del ácido realmente necesaria para lixiviar el óxido del metal que se transforma.

Para calcular la masa del ácido realmente necesaria para lixiviar el óxido del metal que se transforma, se establece una relación de transformación entre la sal formada calculada en (3.h) y el ácido, semejante ha como se calcularon las relaciones prácticas y teóricas en el paso 5.1, pero antes se debe calcular la masa molar del ácido mediante la suma de todas sus masas relativas (A_r), y se expresa en g/mol y se debe buscar los datos en la tabla periódica, ver anexo 10 con un ejemplo del níquel.

$$\gamma \left(\frac{\text{ácido}}{\text{sal}} \right) = \frac{n(\text{ácido})}{n(\text{sal})} = \frac{1}{1} = 1 \quad ; \text{ como } \gamma' = \gamma$$

$$\gamma \left(\frac{\text{ácido}}{\text{sal}} \right) = \frac{n'(\text{ácido})}{n'(\text{sal})} = \frac{\frac{m(\text{ácido})}{M(\text{ácido})}}{\frac{m(\text{sal})}{M(\text{sal})}} \gamma = 1$$

$$m(\text{ácido}) = \frac{m(\text{sal}) * M(\text{ácido})}{M(\text{sal})} \quad (3.i)$$

Donde:

$M(\text{ácido})$ = masa molar del ácido

$m(\text{ácido})$ = masa del ácido

$n'(\text{ácido})$ = cantidad de sustancia práctica del ácido

5.5 Calcular la masa de agua que se forma a partir de la sal formada o del ácido que reacciona.

Para calcular la masa de agua que se forma realmente se establece una relación de transformación entre el agua formada y el ácido similar a como se calcularon



las relaciones prácticas y teóricas en el paso 5.1, además se debe calcular la masa molar del agua mediante la suma de todas sus masas relativas (A_r), y se expresa en g/mol y se debe buscar los datos en la tabla periódica, ver anexo 10 con un ejemplo del níquel.

$$\gamma\left(\frac{\text{agua}}{\text{ácido}}\right) = \frac{n(\text{agua})}{n(\text{ácido})} = \frac{1}{1} = 1 \quad ; \text{ como } \gamma' = \gamma$$

$$\gamma\left(\frac{\text{agua}}{\text{ácido}}\right) = \frac{n'(\text{agua})}{n'(\text{ácido})} = \frac{\frac{m(\text{agua})}{M(\text{agua})}}{\frac{m(\text{ácido})}{M(\text{ácido})}} \gamma = 1$$

$$m(\text{agua}) = \frac{m(\text{ácido}) * M(\text{agua})}{M(\text{ácido})} \quad (3.j)$$

Donde:

$M(\text{agua})$ = masa molar del agua

$m(\text{agua})$ = masa del agua

$n'(\text{agua})$ = cantidad de sustancia práctica del agua

6. Verificar que la respuesta sea razonable en términos físicos y reales mediante el balance material de la reacción.

Para establecer el balance material debemos sumar las masas totales de los reaccionantes, más las masas totales de los productos considerando la diferencia entre ambos los otros que se refiere a las pérdidas que existen en las reacciones y se realiza de la forma siguiente:

- ✓ Suma de las masas de los reaccionantes.
Masa del óxido del metal + masa del ácido
- ✓ Suma de las masas de los productos de la reacción.
Masa de la sal + masa del agua



La diferencia entre las dos sumas representa las pérdidas en el proceso siendo este los otros y se obtiene mediante la forma siguiente: restando la sumatoria de las masas de los reaccionantes a los valores de las sumas de las masas de los productos.

Para saber si no se realizó correctamente el balance material de la reacción se debe realizar la siguiente forma: suma de sustancias reaccionantes = suma de las sustancias productos + otros, entonces si da igual en cada miembro está correcto el ejercicio, de lo contrario se debe rectificar el mismo.

3.2.2 Pasos a seguir en la metodología de cálculo para estudiantes de 2^{do} año.

La metodología propuesta en el epígrafe 3.2.1 para los estudiantes de primer año puede ser empleada en la solución de ejercicios para los estudiantes de segundo año siendo equivalente para los dos años desde el paso uno hasta el paso cuatro ya desde el paso cinco en adelante se desarrollará a continuación, esta metodología ha sido elaborada con el objetivo de indicar y sistematizar al estudiante en el fortalecimiento del sistema de habilidades; de tal forma que el mismo pueda desglosar paso a paso el problema presentado.

- A. Escoger las expresiones matemáticas que correspondan a cada fenómeno planteado.

Luego de haber analizado y desarrollado los primeros pasos, se realizará el cálculo del balance de material, utilizando ecuación (3.II) donde se debe primeramente calcular la masa del metal contenida en el mineral.

- I. Calcular la masa de metal contenida en el mineral, se emplea la ley de metal que se muestra en la expresión (3.a)
- II. Calcular la masa del carbonato contenida en el mineral.



Primeramente se debe calcular la masa molar del carbonato y del mineral mediante la suma de todas sus masas atómicas relativas (A_r), y se expresa en g/mol y se debe buscar los datos en la tabla periódica, ver anexo 10.

Por la expresión (3.k) es necesario establecer una relación de combinación entre el mineral y el carbonato contenido en el mineral y luego establecer la relación teórica y luego la relación práctica, para la relación teórica y luego la relación práctica se utiliza la expresión (3.c)

$$m(\text{carbonato}) = \frac{m \text{ total}_{\text{mineral}} * M(\text{carbonato})}{M(\text{mineral})} \quad (3.k)$$

Donde:

$m(\text{carbonato})$ = la masa del carbonato presente en el mineral

$m \text{ total}_{(\text{mineral})}$ = la masa total del mineral

$M(\text{carbonato})$ = la masa molar del carbonato presente en el mineral

$M(\text{mineral})$ = la masa molar del mineral

III. Calcular la masa de metal contenida en el mineral

Por la expresión (3.m) es necesario establecer una relación de combinación entre el mineral y el metal contenido en el mineral y luego establecer la relación teórica y luego la relación práctica, para las mismas se utiliza la expresión (3.c)

$$m(\text{Me}) = \frac{m(\text{mineral}) * M(\text{Me})}{M(\text{mineral})} \quad (3.m)$$

Donde:

$m \text{ Me}$ = masa del metal contenida en el mineral

$M \text{ Me}$ = masa molar del metal contenido en el mineral



IV. Calcular la masa del resto de los elementos químicos incluidos en el mineral.

A modo de ejemplo se indica en la expresión siguiente con el oxígeno incluido en el mineral.

$$m(O) = \frac{m(\text{mineral}) * 3 * M(O)}{M(\text{mineral})}$$

Donde:

$m(O)$ = masa del oxígeno contenida en el mineral

$M(O)$ = masa molar del oxígeno contenido en el mineral

En la expresión el tres significa que cada un mol de mineral reaccionan tres moles de oxígeno.

V. Calcular la masa real del mineral que se transforma.

Para calcular la masa de metal que en realidad reacciona, se efectúa mediante la expresión (3.f) despejando de la expresión (3.e) respectivamente.

VI. Calcular la masa del óxido del metal que se obtiene.

Para calcular la masa de metal que se obtiene, se efectúa por la expresión (3.d)

VII. Calcular la masa del gas que se desprende cuando ocurre la reacción.

Para calcular la masa del gas que se desprende se realiza de la siguiente forma:

$$\gamma \left(\frac{\text{gas}}{\text{mineral}} \right) = \frac{n(\text{gas})}{n(\text{mineral})} = \frac{1}{1} = 1 \quad ; \text{ como } \gamma' = \gamma$$

$$\gamma \left(\frac{\text{gas}}{\text{mineral}} \right) = \frac{n'(\text{gas})}{n'(\text{mineral})} = \frac{\frac{m(\text{gas})}{M(\text{gas})}}{\frac{m(\text{mineral})}{M(\text{mineral})}} \gamma = 1$$

$$m(\text{gas}) = \frac{m(\text{mineral}) * M(\text{gas})}{M(\text{mineral})}$$



Donde:

$M(gas)$ = masa molar del gas

$m(gas)$ = masa del gas

$n'(gas)$ = cantidad de sustancia práctica del gas

VIII. Calcular la masa del resto de los elementos químicos obtenida en los productos.

A modo de ejemplo se indica en la expresión siguiente el carbono incluido en el gas.

$$m(C) = \frac{m(gas) * M(C)}{M(gas)}$$

Donde:

$m(C)$ = masa del carbono contenida en el gas

$M(C)$ = masa molar del carbono contenida en el gas

IX. Colocar en una tabla todos los resultados obtenidos.

La tabla puede ser de la siguiente forma (ejemplo de la tabla)

Indicadores	Me	resto de los elementos químicos	resto de los elementos químicos	total	%
Mineral					
Óxido del metal					
Gases					
Total					
%					

B. Calcular la variación de entalpía total de la reacción.

Se debe calcular la variación de entalpía total de la reacción buscando los datos necesarios en el libro digitalizado Perry's chemical engineers' handbook, puesto en la Intranet para la utilización de los estudiantes, además se considera a la $P =$



101,3 kPa y a la $T=298$ K. y la expresión a emplear es la (3.n) no integrada y la (3.ñ) integrada.

$$\Delta H_R^0 = [n \cdot \Delta H_{f \text{ óxido del metal}}^0 + n \cdot \Delta H_{f \text{ gas}}^0] - [n \Delta H_{f \text{ carbonato}}^0] \quad (3.n)$$

$$\Delta H_T^0 = \Delta H_{298}^0 + \int_{298}^T \Delta C_p dT \quad (3.ñ)$$

C. Calcular la variación de energía interna de la reacción

Para calcular la variación de energía interna en la reacción se debe emplear la expresión (3.o) no integrada y (3.p) integrada asumiendo un comportamiento ideal de los gases que intervienen en dicha reacción pero se debe calcular primero la variación de entropía por la expresión (3.q) no integrada y (3.r) integrada y de ahí calcular la variación de energía de la reacción por la expresión respectivamente.

$$\Delta S_R^0 = [n \cdot \Delta S_{f \text{ óxido del metal}}^0 + n \cdot \Delta S_{f \text{ gas}}^0] - [n \Delta S_{f \text{ carbonato}}^0] \quad (3.o)$$

$$\Delta S_T^0 = \Delta S_{298}^0 + \int_{298}^T \frac{\Delta C_p}{T} dT \quad (3.p)$$

$$\Delta G_R^0 = \Delta H_R^0 - T \cdot \Delta S_R^0 \quad (3.q)$$

$$\Delta G_T^0 = \Delta H_{298}^0 - T \Delta S_{298}^0 + \int_{298}^T \Delta C_p dT - T \int_{298}^T \frac{\Delta C_p}{T} dT \quad (3.r)$$

ΔG_R^0 = variación de energía de la reacción o total

ΔH_R^0 = variación de entalpía total de la reacción

ΔS_R^0 = variación de entropía total de la reacción

T = temperatura

ΔC_p = capacidad calorífica



D. Justificar se la reacción ocurre espontáneamente en las condiciones dadas.

Esta justificación se fundamenta después de haber calculado la variación de energía por la expresión (3.q) y (3.r) que el valor obtenido es el que indica si la reacción ocurre espontáneamente o no.

E. Conocer el daño de los elementos químico gaseosos presentes al medio ambiente.

Se debe tener conocimiento de la influencia de los elementos químicos gaseosos presentes que causan daño a la salud del hombre y al medio ambiente así como las

medidas de seguridad para trabajar con ellos, además del conocimiento de las normas cubanas referentes al tema. Esto lo pueden encontrar en Internet en la Web Minerals.com, libros referentes al medio ambiente y en las revistas de geología-minería.

3.2.3 Guía metodología general para la elaboración del ejercicio y validación del problema.

Una vez concluido el problema, debe ser validado, por lo que se plantea la siguiente metodología para presentar el mismo y discutir sus resultados con la participación activa de los estudiantes quienes harán la validación con el apoyo del profesor.

El ejercicio escrito incluye las siguientes partes:

- 1) PRESENTACIÓN – título, asignatura, autor (s), tutores.
- 2) RESUMEN: español e ingles.
- 3) INTRODUCCIÓN. Se referirá las características del proceso metalúrgico de estudio, la composición mineralógica de las fases mineral, los elementos químicos que se someterán a estudio, se planteará, el problema a resolver y la hipótesis.



4) DESARROLLO. Se expondrá la solución de la guía del trabajo

5) CONCLUSIONES.

6) BIBLIOGRAFÍA.

Nota:

El trabajo se debe entregar un informe escrito y prepararse para discutir, puede ser con pancartas o en Power Point.

CONCLUSIONES

La elaboración de este material permite arriba a las siguientes conclusiones:

1. La propuesta de estrategia didáctica constituye una alternativa metodológica para la preparación de los profesores para formular problemas estequiométricos que favorezcan la formación académica, laboral e investigativa de los estudiantes.



2. La metodología para la implementación práctica de la estrategia didáctica en la solución de ejercicios relacionados con los cálculos estequiométricos, contribuye a fortalecer los conocimientos adquiridos por los estudiantes.
3. Las asignaturas de Química I y Química II de la Disciplina Química Física en la carrera de Ingeniería Metalúrgica y Materiales, constituyen asignaturas básicas para la formación de un ingeniero competente, el desarrollo de habilidades garantizan la integración con otras asignaturas de la carrera.
4. La estrategia didáctica fue diseñada a partir de las necesidades educativas de los futuros ingenieros.

RECOMENDACIONES

1. Aplicar la estrategia propuesta en el próximo curso para la enseñanza y el aprendizaje de los estudiantes en la carrera de Ingeniería Metalúrgica.
2. Continuar trabajando en las búsquedas de metodologías que contribuyan al fortalecimiento en la preparación de los estudiantes.



3. Darle continuidad a la estrategia con vista a perfeccionar y ampliar de la misma.

BIBLIOGRAFIA

1. ÁLVAREZ C. 1995: La Escuela en la Vida. Editorial Universidad, San Francisco Javier Sucre, Bolivia.
2. ÁLVAREZ C. 1996: Para una escuela de excelencia. Editorial Academia, La Habana.
3. ALAMO D, L. 1997: El diseño curricular del programa complementario de Química actual: Nuevos retos y perspectivas, Trabajo de Diploma, Universidad de Cienfuegos, Cienfuegos, 100 h.



15. CASTRO, F. 1985: Discurso pronunciado en el Tercer Congreso del PCC. Ciudad de la Habana. Editorial Política.
16. COLECTIVO DE AUTORES. 1998: Merriam Webster's. Dictionary.
17. COLECTIVO DE AUTORES. 2000: Enciclopedia Encarta.
18. COY, N. I., H. R. OROBIO Y M. ORTÍZ (1988). "La estrategia didáctica como elemento dinamizador del desarrollo del pensamiento matemático" en [Memorias](#) del VI Encuentro de Innovadores e Investigadores en Educación, Convenio [Andrés Bello](#), Caracas, [Venezuela](#). 154-175h.
19. CUBA. Ministerio de Educación Superior. 1998. Plan de estudio 'C' perfeccionado para el curso regular diurno de la carrera de Ingeniería en Metalurgia, marzo 1998. 141 h.
20. CUBA. Ministerio de Educación Superior. 2008. Plan de estudio 'D' para el curso regular diurno de la carrera de Ingeniería en Metalurgia y Materiales, mayo 2008. 308 h.
21. FERNÁNDEZ H. M 2002: Una propuesta de estructura para el sistema de habilidades en la disciplina morfología en la formación del médico veterinario. Universidad de Granma. Revista Pedagogía Universitaria Vol. 7 No. 2.
22. FUENTES G, A. 1997: Propuesta metodológica para la formación de habilidades investigativas, Trabajo de Diploma (Licenciatura en Educación) Universidad de Cienfuegos, 96 h.
23. FUENTES H. 1989b: Perfeccionamiento del Sistema de habilidades en la disciplina Física General para estudiantes de Ciencias Técnicas. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Pedagógicas.
24. FUENTES .H; A. 1989: Perfeccionamiento del sistema de habilidades en la Disciplina Física General para estudiantes de Ciencias Técnicas. Monografía. ISPJAM.
25. FUENTES H, A. 1998: Dinámica del Proceso Docente Educativo en la Educación Superior, CeeS "M. F. Gran". U. O.



26. FUENTES G. H, 2000: Didáctica de la Educación Superior, Universidad de Oriente, Santa Fe de Bogotá.
27. GAMBOA R. R.2008: Estrategia de comunicación pedagógica para el establecimiento de relaciones armónicas del profesor con sus alumnos en la Educación Técnica y Profesional. Tesis en opción al título académico de máster Universidad de Holguín, 82 h.
28. LEÓNTIEV A.N. 1981: Actividad, Conciencia, Personalidad. Editorial Pueblo y Educación, La Habana.
29. MESA C, N. 1996: Propuesta para la formación y desarrollo de habilidades para la actividad científica en los estudiantes de los Institutos Preuniversitarios. Resumen de Tesis (Candidato a Doctor), Instituto Superior Pedagógico Félix Varela; Santa Clara, 80h.
30. MESTRE G, U. 2002 La formación de habilidades en estudiantes de ingeniería a través de la resolución de problemas de física. Revista Pedagogía Universitaria 7 No 1: p. 15.
31. MOLA T. M. 2003: Estrategia didáctica para elaborar problemas aritméticos con texto que favorezcan la formación académica, laboral e investigativa de los estudiantes de Secundaria Básica. Tesis en opción al título de máster. Universidad de Holguín. 104 h.
32. PETROVSKI. A. 1980: Psicología General. Editorial Progreso. Moscú.
33. QUINTELA V. A, 2003: Modelo didáctico para la formación de la habilidad de redactar en la disciplina Lengua Inglesa en la Universidad de Oriente, Universidad de Oriente, Revista Pedagogía Universitaria, No 8, Vol 2.
34. RAMÍREZ, E. et al (2003): "Una estrategia didáctica basada en el vínculo interdisciplinario entre la Biometría y el Análisis Farmacéutico en la carrera Licenciatura en Ciencias Farmacéuticas" Consultado en:



<http://www.monografias.com/cgi-bin/jump.cgi?ID=7873> el día 12 de septiembre del 2003.

35. RAMOS G, L. 1997: Una propuesta de principios de procedimientos para la formación de habilidades investigativas en los estudiantes de la Licenciatura en Educación, especialidad Química. Tesis de Diplomado. Universidad de Cienfuegos, 67 h.
36. SIERRA S, R. (2002): "Modelación y estrategia: algunas consideraciones desde una perspectiva pedagógica" en Compendio de Pedagogía, Editorial Pueblo y Educación, La Habana. 311-328 h.



ANEXOS

Anexo 1 P1 de la asignatura Química I del plan de estudio C modificado.

Asignatura: Química I		Fondo de Tiempo	Conf	Cp	Seminario	Laboratorios
		80 Horas	18 Horas	40 Horas	10 Horas	12 Horas
Actv.	Tipo	Contenidos				
1	C1	Tema I: “Estructura atómica y propiedades de las sustancias”. Estructura del átomo, tabla periódica, y propiedades periódicas.				
2	Cp1	Tabla periódica y propiedades atómicas periódicas.				
3	C2	Enlace Químico. Enlace iónico.				
4	Cp2	Enlace iónico. Ciclo de Born- Haber				
5	C3	Enlace covalente. TEV y teoría de hibridación				
6	Cp3	Ejercicios relacionados con el enlace covalente				
7	C4	Enlace covalente. Teoría de Orbitales Moleculares.				
8	Cp4	Enlace covalente. Teoría de Orbitales Moleculares.				
9	S1	Enlace metálico. Aleaciones. Propiedades de las sustancias.				
10	Cp5	Ejercicios relacionados con el enlace(resumen)				
11	L1	Propiedades de las sustancias.				
		Tema II: “Las reacción Química como sistema”.				
12	C5	La reacción química como sistema. Estequiometría de las reacciones químicas.				
13	Cp6	Estequiometría de las reacciones químicas. Ejercicios				
14	Cp7	Estequiometría de las reacciones químicas. Ejercicios				
15	C6	Termodinámica de las reacciones químicas				
16	Cp8	Aplicación de las leyes de la termoquímica y la termodinámica.				
17	L2	Cálculo del calor de reacción				
18	Cp9	Estequiometría y termodinámica (integradora).				
19	S2	Cinética de las reacciones químicas				
20	Cp10	Cinética. Ecuación de velocidad y ecuación de Arrhenius.				
21	Cp11	Termodinámica y Cinética (integradora).				
22	L3	Cinética de las reacciones químicas.				
23	C7	Equilibrio químico. Equilibrio molecular				
24	Cp12	Equilibrio molecular (homogéneo y heterogéneo)				
25	C8	Equilibrio iónico (teoría ácido – base)				
26	Cp13	Equilibrio ácido – base				
27	L4	Determinación de la Kps del hidróxido de calcio				



28	Cp14	Disoluciones buffers. Efecto de ión común
29	Cp15	Electrolitos fuertes y poco solubles
		Tema III: "Electroquímica. Potencial de Electrodo."
30	C9	Electroquímica. Potencial de Electrodo.
31	Cp16	Reacciones redox y ecuación de Nernst
32	S3	Pilas galvánicas.
33	Cp17	Pila galvánicas(aplicaciones)
34	S4	Electrólisis (elaboración conjunta)
35	Cp18	Ejercicios relacionados con los procesos de electrólisis
36	Cp19	Ejercicios relacionados con los procesos de electrólisis
37	Cp20	Electroquímica integradora
38	S5	Corrosión de los procesos



Anexo 2 P1 de la asignatura Química II del plan de estudio C modificado.

Asignatura: Química II		Horas Totales:	Conf. 20	C.P.	Sem.	Lab.
Carrera: Metalurgia		80		24	18	18
Act.	Contenido	Observaciones				
1.	Tema I "No metales y sus compuestos" Introducción. H y Cl. Propiedades, métodos de obtención y aplicación.	C ₁				
2.	Propiedades del H y el Cl. Completamiento de reacción.	Cp ₁				
3.	Oxígeno y azufre. Estructura, propiedades, métodos de obtención y aplicación. Diagrama de potenciales.	C ₂				
4.	Compuestos del oxígeno y del azufre. Propiedades y aplicaciones. Reacciones.	S ₁				
5.	Propiedades del oxígeno y del azufre y sus compuestos. Diagrama de potenciales	Cp ₂				
6.	Métodos de obtención y propiedades del oxígeno, del azufre y sus compuestos.	L ₁ (3h)				
7.	C, N, P y Si. Estructura, propiedades y aplicaciones. Diagrama de potenciales.	C ₃				
8.	Compuestos del C, N, P y Si. Propiedades y aplicaciones. Reacciones.	S ₂				
9.	Compuestos orgánicos de interés en la Metalurgia. Principales procesos donde pueden encontrarse.	C ₄				
10.	Ejemplos de compuestos orgánicos con aplicación en la Metalurgia.	S ₃				
11.	Propiedades del C, N, P, Si y sus compuestos. Diagrama de potenciales.	Cp ₃				
12.	Métodos de obtención y propiedades del C, N, P, Si y sus compuestos.	L ₂ (3h)				
13.	Tema II " Metales y sus compuestos" Introducción a los metales representativos.	C ₅				
14.	Metales representativos y sus compuestos. Propiedades, métodos de obtención y aplicaciones.	S ₄				
15.	Propiedades de los metales representativos Cálculos estequiométricos.	Cp ₄				
16.	Cálculo de la composición racional en los metales representativos.	Cp ₅				
17.	Métodos de obtención y propiedades de los metales representativos y sus compuestos.	L ₃ (3h)				
18.	Introducción a los metales de transición. Compuestos de coordinación. Nomenclatura.	C ₆				



Asignatura: Química II		Horas Totales: 80	Conf. 20	C.P. 24	Sem. 18	Lab. 18
Carrera: Metalurgia						
Act.	Contenido	Observaciones				
19.	Teorías que explican la formación, estructura y propiedades de los compuestos de coordinación.	C ₇				
20.	Caracterización de estos (Nomenclatura, clasificación).	Cp ₆				
21.	Metales de los grupos IB y IIB. Propiedades. Diagrama de potenciales.	C ₈				
22.	Compuestos del grupo IB. Propiedades, métodos de obtención y aplicaciones.	S ₅				
23.	Compuestos del grupo IIB. Propiedades, métodos de obtención y aplicaciones.	S ₆				
24.	Completamiento de reacciones y cálculos estequiométricos de los metales IB y IIB.	Cp ₇				
25.	Propiedades y aplicaciones de los metales Cr, Mn, Ti y V. Diagrama de potenciales.	C ₉				
26.	Compuestos del Cr, Mn, Ti y V. Propiedades, métodos de obtención y aplicaciones	S ₇				
27.	Propiedades del Cr, Mn, Ti y V. Diagrama de potenciales.	Cp ₈				
28.	Cr, Mn, Ti y V. Cálculos estequiométricos.	Cp ₉				
29.	Propiedades de los metales de los grupos IB y IIB y sus compuestos.	L ₄ (3h)				
30.	Propiedades del Cr, Mn, Ti y V y sus compuestos.	L ₅ (3h)				
31.	Metales de la triada del Fe – Ni – Co. Propiedades. Diagrama de potenciales.	C ₁₀				
32.	Propiedades y métodos de obtención de Fe, Ni y Co y sus compuestos. Aplicaciones.	S ₈				
33.	Propiedades y métodos de obtención de Fe, Ni y Co y sus compuestos. Aplicaciones.	S ₉				
34.	Propiedades de la triada. Diagrama de potenciales.	Cp ₁₀				
35.	Cálculos estequiométricos. Composición racional.	Cp ₁₁				
36.	Cálculo de balance material para la triada.	Cp ₁₂				
37.	Propiedades de la triada y sus compuestos.	L ₆ (3h)				



Anexo 3 Características generales de la asignatura Química I y II en el plan de estudio C modificado.

ASIGNATURA QUIMICA I.

Se imparte en el primer año de la carrera con fondo de tiempo 80 h.

Objetivos generales.

Educativos.

- Contribuir a formar en los estudiantes la concepción científica de la naturaleza en relación con los procesos químicos a través de un sistema de conocimientos, hábitos y habilidades, modelos de conducta, de modo que permita desarrollar el pensamiento lógico, mediante un enfoque sistémico de los contenidos de la asignatura. así como desarrollar sus capacidades cognoscitivas, de aplicación, ejercitación, análisis, solución e interpretación de los fenómenos químicos que tienen lugar en los procesos metalúrgicos, con un enfoque científico y a un nivel productivo.
- Desarrollar hábitos y habilidades en el uso del sistema internacional de unidades, la información científico - técnica, idioma extranjero, la computación, así como en el desarrollo del pensamiento ecológico y económico en los futuros egresados.

Instructivos.

- Aplicar los principios, conceptos y leyes de la Química a la solución de problemas técnicos relacionados con la Metalurgia.
- Analizar e interpretar la interrelación entre la estructura y las propiedades de las sustancias. así como interpretar los procesos químicos desde el punto de vista estequiométrico, termodinámico, cinético, del equilibrio químico, además los procesos electroquímicos, a partir del potencial de electrodo, tomando como base la reacción química.



Contenido.

Sistema de conocimiento.

Estructura atómica según la mecánica cuántica. Ecuación de ondas. Números cuánticos. Orbitales atómicos. Tabla periódica y propiedades periódicas. Enlace químico. Enlace iónico. Propiedades de las sustancias iónicas. Enlace covalente. Teoría del enlace de valencia. Teoría de hibridación. Teoría de orbitales moleculares. (Justificación de la existencia de distintas sustancias a través de estas teorías). Propiedades de las sustancias. Enlace covalente metálico. Teoría de las bandas. Propiedades de los metales. Aleaciones (equilibrio líquido- sólido) Nomenclatura de los compuestos químicos. Leyes de la estequiometría (bases del balance material). Leyes de la termodinámica y la termoquímica aplicadas a una reacción química. Leyes de la cinética química (análisis del mecanismo de reacción). Equilibrio químico. Bases de la electroquímica (potencial de electrodo y su aplicación a los procesos redox). Electroquímica y corrosión.

Sistema de habilidades.

Representar e interpretar la configuración electrónica de los átomos a partir del valor de Z , y explicar la variación de las propiedades periódicas de los elementos a partir de la carga nuclear efectiva y el radio atómico. Deducir el tipo de enlace formado entre átomos a partir de su posición en la tabla periódica y propiedades periódicas. Así como aplicar los modelos de enlace (ciclo de Born - Haber, Teoría de hibridación de orbitales, teoría de OM., teoría de bandas) para justificar la existencia y propiedades de las sustancias. Además deducir la estructura de las sustancias a partir de la determinación experimental de algunas de sus propiedades. Calcular e interpretar parámetros termodinámicos (ΔH , ΔS , ΔG), aplicar las leyes de la Termoquímica a reacciones completas y reversibles, así como interpretar la espontaneidad de una reacción a partir del cálculo de ΔG y el análisis de la influencia de la temperatura. Interpretar una reacción química desde el punto de vista cinético. Interpretar la relación entre K_e y ΔG , en el análisis de la extensión y espontaneidad de reacciones químicas en equilibrio. Calcular e interpretar



parámetros relacionados con equilibrios de ionización, hidrólisis, disoluciones buffer, y precipitación de electrolitos poco solubles. Aplicar los potenciales de electrodos a la interpretación de los procesos de oxidación reducción y corrosión de metales. Desarrollar habilidades propias de trabajo en el laboratorio químico.

ASIGNATURA: QUÍMICA II

Se imparte en el primer año de la carrera con fondo de tiempo 80 h.

Objetivos generales.

Educativos.

- Formar en los estudiantes la concepción científica de la naturaleza inorgánica y orgánica en relación con los procesos químicos a través de un sistema de conocimientos, hábitos y habilidades, modelos de conducta, de modo que les permita desarrollar el pensamiento lógico, mediante un enfoque sistémico de los contenidos de la asignatura. así como desarrollar sus capacidades cognoscitivas, de aplicación, ejercitación, análisis, solución e interpretación de los fenómenos químicos que tienen lugar en los procesos metalúrgicos de obtención de metales y no metales, con un enfoque científico y a un nivel productivo.
- Desarrollar hábitos y habilidades en el uso del sistema internacional de unidades, la información científico - técnica, idioma extranjero, la computación, así como en el desarrollo del pensamiento ecológico y económico en los futuros egresados.

Instructivos.

- Analizar las propiedades físicas, químicas, métodos de obtención y aplicaciones de los elementos químicos no metálicos y metálicos, sus compuestos de interés metalúrgico, en base a su estructura, comportamiento termodinámico y electroquímicos. Así como dar solución a problemas técnicos relacionados con la especialidad, en cuanto a balance de materiales y otros cálculos químicos.



- Establecer la nomenclatura, y analizar algunas propiedades y aplicaciones de los compuestos de coordinación en base a su estructura. y de los compuestos orgánicos de interés metalúrgico atendiendo a la relación función orgánica - propiedad.

Contenido.

Sistema de conocimientos.

No metales: H_2 , halógenos $Cl_2, O_2, S, N_2, P, C, Si$, y sus compuestos de interés metalúrgico. Metales y sus compuestos de interés metalúrgico. Metales representativos y sus compuestos de interés: IA (Li, Na, K), IIA (Ca, Ba, Mg), IIIA (Al). Completamiento de reacciones y uso de la tabla de potenciales. Cálculos de balance material. Propiedad de los metales de formar compuestos de coordinación, nomenclatura y estabilidad en base al tamaño y tipo de ligandos. Metales de transición y sus compuestos de interés (Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Hg, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Co). Completamiento de reacciones y uso de la tabla de potenciales. Cálculos de balance material. Compuestos orgánicos de aplicación en los procesos metalúrgicos de beneficio de minerales e hidrometalúrgicos.

Sistema de habilidades.

Establecer la relación entre la estructura y tipo de enlace con las propiedades de las sustancias.

Completar y ajustar reacciones. Analizar el comportamiento de los elementos y compuestos estudiados en los distintos procesos químicos (metalúrgicos) a partir de sus propiedades. Analizar las propiedades redox de las especies de los elementos estudiados en distintos medios a partir de los diagramas de potenciales y realizar los cálculos correspondientes. Describir y formular métodos de obtención y aplicaciones de los elementos y compuestos de interés en la especialidad y relacionarlos con sus propiedades. Realizar cálculos de balance material en los distintos procesos metalúrgicos en que participan los elementos y sustancias estudiadas. Nombrar, formular y describir compuestos de coordinación de los



metales. Evaluar la estabilidad de aquellos de mayor interés en la especialidad de acuerdo al tipo y tamaño del ligando. Nombrar y formular compuestos orgánicos de interés en la carrera y relacionarlos con sus aplicaciones. Realizar experimentos de laboratorios relacionados con elementos y compuestos no metálicos y metálicos para comprobar algunas de sus propiedades. Desarrollar hábitos de observación, explicación y formulación de conclusiones de los experimentos realizados. Además aplicar las reglas de seguridad del trabajo en el laboratorio químico. Desarrollar hábitos de búsqueda bibliográfica.



Anexo 4 Caracterización general de las asignaturas de Química de las Universidades visitadas

Caracterización general de las asignaturas de Química de la Universidad de Laval.

En esta universidad se estudian las carreras de Materiales e Ingeniería en Minas y Metalurgia, las asignaturas se imparten el primer año de la carrera. El plan de estudio tiene como objetivo fundamental capacitar y entrenar a los ingenieros en estas carreras, de manera que sean capaces de aplicar sus conocimientos Químicos con grados muy diversos según la situación problemática.

En el plan de estudio existe un programa de asignaturas, en las cuales se recogen las que son con fines químicos, que son las encargadas de propiciarles a los estudiantes los conocimientos básicos necesarios para comprender los diferentes procesos químicos a los que se enfrentará. Las cuales se mencionan a continuación:

Química I y Química II ambas se imparten en el primer año de la carrera.

Caracterización general de las asignaturas de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México.

En esta universidad se estudian las carreras de Ingeniería Metalúrgica, el plan de estudio se encuentra aprobado por el Consejo Académico del área de las Ciencias Físicas matemáticas y las Ingenierías desde el 15 de junio del 2005.

El Ingeniero Químico Metalúrgico es el profesional responsable de dar seguimiento a la obtención y preparación de metales de aleaciones, para la producción y conservación de objetos metálicos útiles en beneficio del hombre, este profesionista, juega un papel preponderante en los diferentes campos de la metalurgia del país, en donde contribuye en el desarrollo de los procesos de beneficio de los minerales y los diferentes procesos de extracción.

El plan de estudios que se propone para la carrera de Ingeniería Química Metalúrgica está estructurado en nueve semestres con un total de 46 obligatorias, una de ellas es la asignatura Proyecto y un número variable de optativas. Las



asignaturas optativas están clasificadas en dos grupos: socio humanísticas (cuatro asignaturas), optativas disciplinarias (36 créditos). Las asignaturas obligatorias y optativo socio humanístico (50 asignaturas) están distribuidas de la siguiente manera: 11 son teóricas, 34 teórico-prácticas y 5 prácticas. Las asignaturas que se imparten son las siguientes:

- ✓ Química General I
- ✓ Química General II

Estas tienen un carácter obligatorio para los estudiantes que optan por esta carrera.

Química General I: Esta tiene como objetivo introducir al estudiantado a los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales de la química general, que les servirán de base para comprender y profundizar en los diversos temas más complejos de las ramas de la química. Concientizar a los estudiantes de la utilidad e importancia de la química en la vida diaria y que valoren además la química como medio para resolver problemas industriales y ambientales.

Química General II: Se pretende que al finalizar el curso, los alumnos: Apliquen los conceptos de la estequiometría en la resolución de problemas que impliquen balances de materia en reacciones cuantitativas y no-cuantitativas. Establezcan las condiciones que determinan los aspectos macroscópicos de un sistema en equilibrio y predigan cualitativamente el sentido del desplazamiento de la condición de equilibrio. Apliquen los conocimientos del equilibrio químico en la predicción de reactivos y productos.

Como se puede deducir las asignaturas recibidas por los estudiantes crean las bases necesarias para que comprendan los diferentes procesos a los que se enfrentará en su vida profesional.

Caracterización general de las asignaturas de Química de la Universidad Central de Venezuela

En esta universidad se encuentra la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de los Materiales. El Plan de estudio se encuentra vigente desde 1998 aunque en



el 2005 se actualizó. Las asignaturas químicas dentro de esta Ingeniería se imparten en el primer año de la carrera, la Química I se imparte en el segundo semestre mientras que en el tercero se imparten Química II y Laboratorio Básico de Química, para poder recibir estas dos últimas asignaturas se debe haber vencido antes la Química I. Para optar por el título de Ingeniero Metalúrgico es necesario acumular 209 unidades las cuales son proporcionadas tanto por las asignaturas electivas como obligatorias, en el caso de las que se mencionaron anteriormente aportan un total entre las tres de 10 unidades.

Los profesionales graduados en esta carrera, se incorporan al desarrollo tecnológico del país esencialmente dentro de los aspectos que conciernen al diseño, proyecto, construcción, dirección y mantenimientos de plantas, diseño sobre las condiciones de producción y control de procesos, en el control de calidad, y su actividad es orientada principalmente a resolver problemas cuya solución es básicamente aplicada en la elaboración de bienes y la prestación de servicios útiles a la comunidad. Corresponde además a los ingenieros metalúrgicos tomar acciones necesarias para minimizar o evitar el deterioro ambiental.

Caracterización general de las asignaturas de Química de la Universidad Complutense de Madrid.

En esta universidad se imparten las carreras de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica las asignaturas químicas se encuentran dosificadas a lo largo del primer y segundo curso de la carrera. Dentro del plan de estudio perteneciente a esta universidad se encuentran unas series de actividades que corresponden a prácticas en empresas, instituciones públicas o privadas. Donde los trabajos ha desarrollar se encuentran académicamente dirigidos e integrados en el plan de estudios y a trabajos realizados en el marco de convenios internacionales suscritos por la Universidad. (1 crédito equivale 40 horas).



El programa de las asignaturas químicas previstas en el Plan de estudios se desarrolla en el centro de la siguiente forma: Asignaturas, Química Analítica y Química Inorgánica que se ubican en el 1^{er} cuatrimestre y 2^o cuatrimestre con actividades (Créditos) Teóricos 4.5, Prácticos 1.5 y Teóricos 6 y Prácticos 1.5 respectivamente.

Como se puede observar la carrera cuenta con un amplio programa de asignaturas químicas, las cuales se imparten en formas de clases que abarcan actividades, prácticas, teóricas y laboratorios.

Caracterización general de la asignatura de Químicas en la Universidad de Murdoch.

En esta universidad se imparten las carreras de Metalurgia extractiva y Metalurgia extractiva y Química. Las asignaturas Químicas que se imparten dentro de estas carreras son recibidas por los estudiantes en el primer año de la Ingeniería, ellas se encargan de propiciarles a los estudiantes los conocimientos necesarios en esta carrera para enfrentarse a los problemas en el mundo industrial. Las asignaturas que se imparten son las siguientes:

- ✓ Principios de Química.
- ✓ Química Inorgánica.

A continuación se realizará una descripción de estas asignaturas.

Principios de Química. Descripción: Esta unidad proporciona un fundamento en los principios generales de la química en relación con el estudio y la práctica de las características físicas y medio ambientales.

Contenido: la solubilidad y la solución química (incluyendo ácido-base y reacciones redox), la termodinámica y la cinética de las reacciones, en temas de la química orgánica y química inorgánica.



Química Inorgánica. Descripción: Conceptos de la química inorgánica se basan gran parte de la Biología, la Ingeniería, y la Química. Esta unidad se introduce una serie de temas importantes que contribuyen a esta rama de la química, incluyendo las fases de la materia, fundamentos de gases y líquidos, la cinética química, metal-ligando, y las superficies de los procesos de la superficie. Se llama la atención sobre la aplicación de los conceptos a la industria, biológica y química y de los procesos de extracción metalúrgica.



Anexo 5 Caracterización general de la habilidad en otras universidades del mundo.

Caracterización general de la habilidad en la Universidad Nacional Autónoma de México.

En esta universidad, mediante las asignaturas impartidas se tratan los temas de cálculos estequiométricos en laboratorio de balance, termodinámica química y balance de masa y energía.

Objetivos generales: Desarrollar la habilidad para utilizar diferentes técnicas experimentales para determinar propiedades termodinámicas de sustancias puras así mismo describir los diferentes procesos termodinámicos y los equipos asociados a dichos procesos, delimitándolos y describiendo características, aplicándole técnicas calorimétricas para el estudio de la termoquímica, para determinar calores de reacción y otras propiedades, formulando y verificando, mediante cuantificaciones experimentales, el balance de masa y energía en equipos de laboratorio en régimen permanente y en régimen dinámico y por último desarrollar las habilidades de análisis y razonamiento crítico mediante el análisis de fenómenos físicos y químicos observables en el laboratorio.

Caracterización general de la habilidad en la Universidad Central de Venezuela

En esta universidad mediante las asignaturas balances y fenómenos de transporte (90 horas) y operaciones unitarias II (105 horas) tienen como objetivo: Abordar el análisis dimensional y la teoría de modelos, conocer técnicas de cálculo y técnicas de base experimental, aplicar estrategias de cálculo de balances de masa y energía y vincular los balances al diseño, control de operación, simulación y optimización de procesos.

Contenidos mínimos:

- Los distintos tipos de balance y su aplicación en Ingeniería en Industria



- Balances materiales con reacción química. Introducción a los balances de energía.
- Balances combinados de materia y energía.

Caracterización general de la habilidad en la Universidad Complutense de Madrid.

En esta universidad se realizan los cálculos estequiométricos para determinar, calcular y estimar propiedades fisicoquímicas de sustancias puras y mezclas a través del balance de masa y energía apoyado con tablas, gráficas, nomogramas, correlaciones, etc. Los balances de materia y energía son el tipo de problemas que más frecuentemente enfrenta un ingeniero, en virtud de ser la base de todos los procesos. Los cálculos de balance sirven para determinar los flujos, composiciones, temperaturas y otras propiedades de interés, de todas las corrientes en un diagrama de flujo, contando con información conocida o supuesta del funcionamiento de algunos equipos de proceso o de las propiedades de algunas corrientes. La asignatura tiene como conocimientos antecedentes: Cálculo Diferencial e Integral, Química General y Fisicoquímica, Termodinámica, como conocimientos consecuentes están todas las Operaciones Unitarias.

Objetivo

El alumno resolverá, mediante las utilizaciones de metodologías sistemáticas, problemas de balances de masa y de energía en diagramas de flujo con y sin reacción química, en procesos, dentro de un marco de solución a problemas de producción o de diseño en ingeniería.



Anexo 6 Modelo de la encuesta para los profesores

ENCUESTA

Estimados colegas:

En el departamento de Química se realiza una investigación relacionada con el desarrollo de habilidades en los cálculos estequiométricos en el tema de estequiometría, por lo que se analiza el siguiente instrumento en la cual su colaboración resultaría de gran utilidad en el rigor y el nivel científico de los resultados obtenidos por lo que de antemano le agradezco su ayuda y su tiempo para la realización de la misma.

Muchas gracias:

Centro de trabajo:

Experiencia laboral:

Categoría científica:

Categoría docente:

Asignatura que imparte:

Año con el que trabaja:

1. ¿Qué importancia le concede a la habilidad de los cálculos estequiométricos en la formación del Ingeniero Metalúrgico?

-----mucha -----poca -----ninguna

2. En la asignatura que imparte está incluida en el sistema de habilidades de cálculos estequiométricos.

-----Si -----No

3. ¿Qué importancia le concede a la habilidad de los cálculos estequiométricos en el sistema de evaluación de la asignatura que imparte?

-----alta -----poca -----ninguna

4. ¿Cómo usted ve reflejada la habilidad de estequiometría en su asignatura?

-----Se aplica -----No se aplica

5. ¿Qué importancia le concede al desarrollo de esta habilidad en su asignatura?

-----mucha -----poca -----ninguna

6. En su asignatura esta concebido un sistema de acciones que posibilite la integración de esta habilidad con el contenido que usted imparte.

-----Sí -----No

7. A través de que forma esta vinculada esta habilidad con su asignatura.



-----ejercicios -----proyectos -----laboratorios -----práctica
laboral -----etc. -----de ninguna forma

8. Poseen sus estudiantes los conocimientos y habilidades necesarias para el desarrollo de estos cálculos estequiométricos en el caso que tengan que aplicarlos.

-----mucha -----poca -----ninguna

9. La bibliografía usada en la asignatura que imparte incluye ejemplos de procesos metalúrgicos en las cuales se aplican las leyes estequiométricas.

Básica

Complementaria

-----Sí -----No -----Sí -----No

10. Aplica alguna metodología para realizar los cálculos estequiométricos en el proceso docente.

-----Sí -----No

11. ¿Cuáles son las principales dificultades que usted considera que manifiestan los estudiantes en el desarrollo de esta habilidad, indique sugerencia o recomendaciones en el desarrollo de la misma para la mejor comprensión de la de su asignatura.



-----En la aplicación del sistema nacional de unidades.

-----En la aplicación de las reacciones teóricas.

-----En la aplicación de las reacciones prácticas.

-----Calculo de composición racional o química.

-----Balance material y energético.

7. Utiliza la computación en la realización de los cálculos estequiométricos, indique en que tipo de actividad:

-----proyectos

-----clases prácticas

-----laboratorios

-----trabajos extraclases

-----otros

8. Indique sugerencia o recomendaciones para perfeccionar el desarrollo de esta habilidad.

Anexo 8 Resultados de las encuestas de los profesores

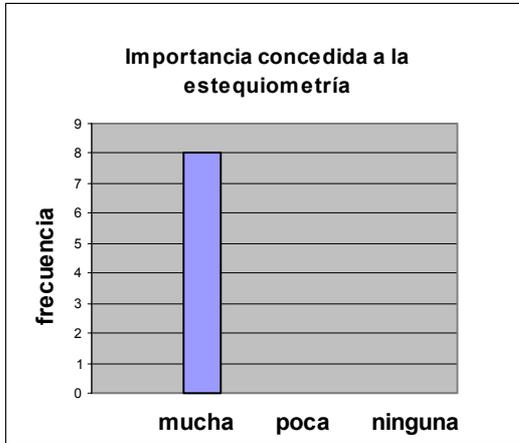


Figura 1

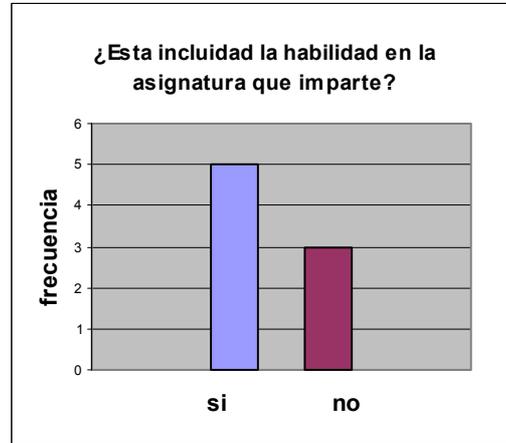


Figura 2

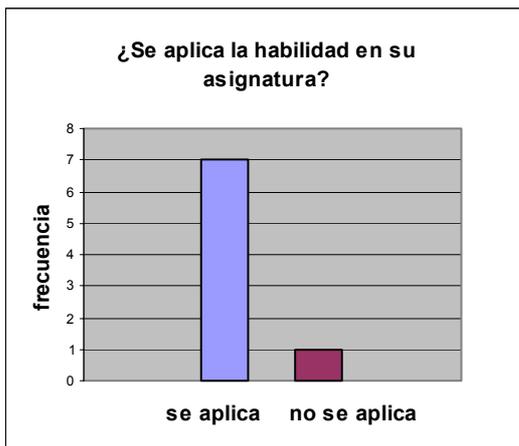


Figura 3

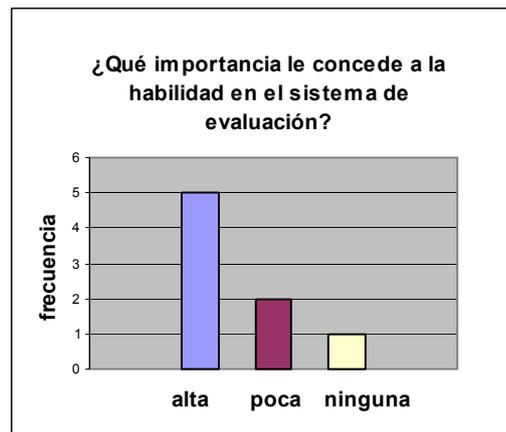


Figura 4

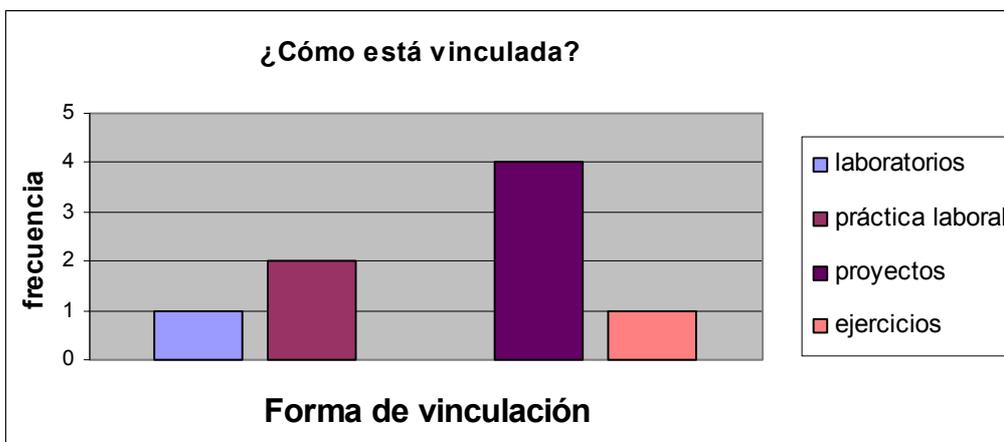


Figura 5



Anexo 9 Resultados de las encuestas de los estudiantes



Figura 6



Figura 7

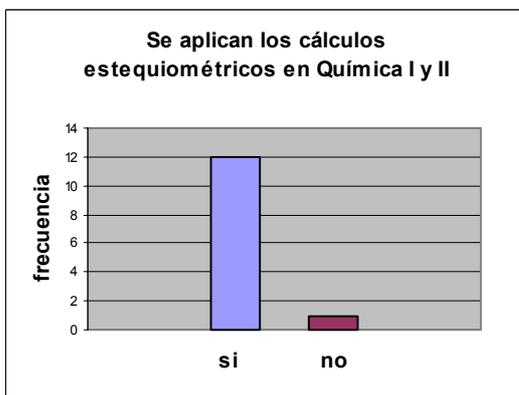


Figura 8

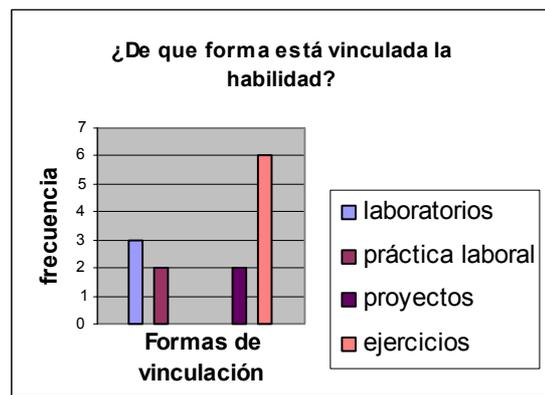


Figura 9

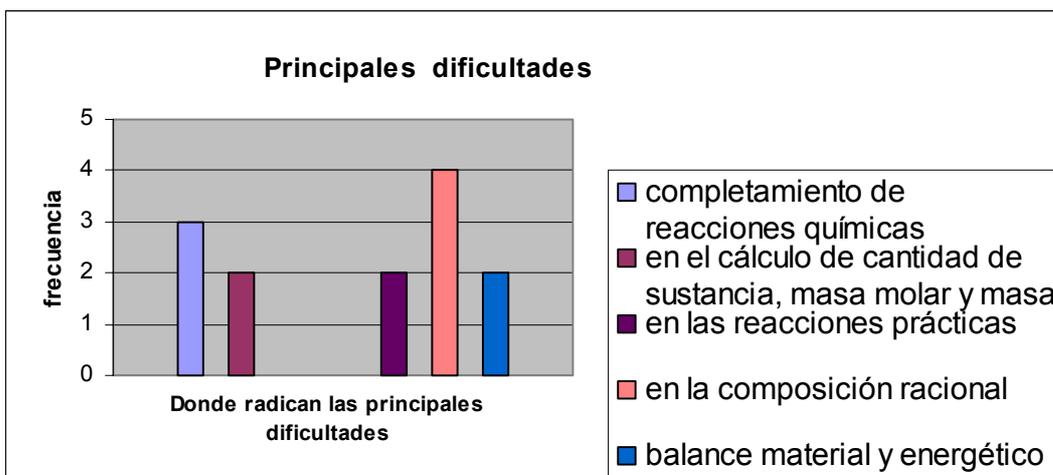


Figura 10



Anexos 10 Tabla periódica

SISTEMA PERIÓDICO DE LOS ELEMENTOS QUÍMICOS

	IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	VIII B	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA			
1	1 H	NOMBRE <input type="text" value="Níquel"/>						CONF. ELEC. <input type="text" value="[Ar]3d8 4s2"/>					VALENCIA <input type="text" value="0, 1, 2 o 3"/>			2 He	Volumen atómico <input type="text" value="6.59cc/mol"/>		
2	3 Li	4 Be	MASA AT. <input type="text" value="58.69"/>					DENSIDAD <input type="text" value="8.902g/cc"/>					5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne	Radio atómico <input type="text" value="1.62Å"/>
3	11 Na	12 Mg	Tª FUSIÓN <input type="text" value="1453 °C"/>					Tª EBULLIC. <input type="text" value="2732 °C"/>					13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar	Radio iónico <input type="text" value="69 (+2)Å"/>
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr	Potencial ionización <input type="text" value="7.635V"/>
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe	Afinidad electrónica <input type="text" value="1.156eV"/>
6	55 Cs	56 Ba	57 La*	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn	Electro negatividad <input type="text" value="1.91"/>
7	87 Fr	88 Ra	89 Ac**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt										
*Lantánidos				58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu		
**Actínidos				90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr		